



# OVĚŘENÍ MOŽNOSTI VYUŽITÍ PŘÍSTROJE MMT

## Bakalářská práce

*Studijní program:* B3107 – Textil  
*Studijní obor:* 3107R007 – Textilní marketing  
*Autor práce:* **Michaela Linková**  
*Vedoucí práce:* doc. Ing. Vladimír Bajzík, Ph.D.





# VERIFICATION OF POSSIBILITIES OF USING MMT INSTRUMENT

## Bachelor thesis

*Study programme:* B3107 – Textil

*Study branch:* 3107R007 – Textile marketing - textile marketing

*Author:* **Michaela Linková**

*Supervisor:* doc. Ing. Vladimír Bajžík, Ph.D.



TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI

Fakulta textilní

Akademický rok: 2014/2015

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Michaela Linková**  
Osobní číslo: **T12000627**  
Studijní program: **B3107 Textil**  
Studijní obor: **Textilní marketing**  
Název tématu: **Ověření možnosti využití přístroje MMT**  
Zadávací katedra: **Katedra hodnocení textilií**

### Z á s a d y   p r o   v y p r a c o v á n í :

- 1) Provedte literární rešerši na dané téma.
- 2) Navrhněte experiment s ohledem na konstrukci tkanin. Zaměřte se na materiálové složení a vazbu.
- 3) Získaná data analyzujte. Vysvětlete vliv jednotlivých parametrů. Určete výhody a nevýhody daného přístroje.

## Prohlášení

Byla jsem seznámena s tím, že na mou bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, zejména § 60 – školní dílo.

Beru na vědomí, že Technická univerzita v Liberci (TUL) nezasahuje do mých autorských práv užitím mé bakalářské práce pro vnitřní potřebu TUL.

Užiji-li bakalářskou práci nebo poskytnu-li licenci k jejímu využití, jsem si vědoma povinnosti informovat o této skutečnosti TUL; v tomto případě má TUL právo ode mne požadovat úhradu nákladů, které vynaložila na vytvoření díla, až do jejich skutečné výše.

Bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně s použitím uvedené literatury a na základě konzultací s vedoucím mé bakalářské práce a konzultantem.

Současně čestně prohlašuji, že tištěná verze práce se shoduje s elektronickou verzí, vloženou do IS STAG.

Datum:

Podpis:

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu doc. Ing. Vladimíru Bajzíkovi, Ph.D. za odborné vedení a konzultace při zpracování bakalářské práce.

Také děkuji Technické univerzitě v Liberci za umožnění provedení experimentálních měření.

Děkuji především rodině a přátelům, kteří mě při psaní bakalářské práce psychicky podporovali.

## **Anotace**

Tématem bakalářské práce jsou možnosti a využití přístroje MMT. Cílem bylo porovnat naměřené výsledky dvou souborů vzorků. Vzorky naměřené v listopadu 2014 se vzorky naměřenými v dubnu 2015 a následně vyhodnotit. Rešeršní část se zabývá teorií o přístroji MMT, jeho funkci, činnosti a vyhodnocení výsledků. Dále jsou zde popsány fyziologické vlastnosti, kterými jsou propustnost vody a propustnost vodních par. Experimentální část je zaměřena na popis vzorků z hlediska materiálového složení a vazby, postupu měření a vyhodnocení vzorků. Závěrem práce je zhodnocení experimentální části.

## **Klíčová slova**

Moisture management tester, propustnost, tepelný manekýn, vlhkost, rychlost šíření kapaliny

## **Annotation**

The topic of the bachelor thesis are possibilities and using MMT instrument. The aim was to compare the measured results of the two sets of samples. The samples measured in November 2014 with samples measured in April 2015 and subsequently evaluated. Search part deals with the theory of the MMT instrument, its function, and operation and evaluation results. Furthermore, there are described the physiological properties, which are water permeability and water vapor permeability. The experimental part is focused on description of the samples, from the point of view of the fibre composition and structures, measurement procedure and evaluation of the samples. Finally, the thesis is to assess the experimental part.

## **KEY WORDS**

Moisture management tester, permeability, thermal mannequin, the humidity, the speed of the spread of the liquid

# Obsah

SEZNAM OBRÁZKŮ .....	8
SEZNAM TABULEK.....	9
SEZNAM GRAFŮ .....	10
ÚVOD.....	12
<b>1. REŠERŠNÍ ČÁST .....</b>	<b>13</b>
1.1. MOISTURE MANAGEMENT TESTER .....	13
1.1.1. Zkušební normy.....	13
1.1.2. Princip činnosti přístroje .....	14
1.1.3. MMT umožňuje měření těchto indexů:[1] [3].....	14
1.1.4. Vyhodnocení výsledků.....	18
1.2. SPOLEČNOST SDL ATLAS.....	20
1.2.1. Historie .....	21
1.3. FYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI .....	21
1.3.1. Propustnost vody .....	21
1.3.2. Propustnost vodních par .....	25
1.4. FYZIOLOGICKÉ VLASTNOSTI ODĚVŮ A JEJICH HODNOCENÍ.....	28
1.4.1. Tepelné figuríny .....	28
<b>2. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>36</b>
2.1. PŘÍPRAVA VZORKŮ.....	36
2.2. POSTUP MĚŘENÍ.....	36
2.3. VZORKY TKANIN .....	37
2.3.1. Vazba vzorků.....	38
2.3.2. Materiál vzorků.....	39
2.4. VYHODNOCENÍ MĚŘENÝCH VZORKŮ (LISTOPAD 2014) .....	41
2.5. VYHODNOCENÍ MĚŘENÝCH VZORKŮ (DUBEN 2015) .....	43
2.6. VYJÁDŘENÍ VÝSLEDKŮ POMOCÍ GRAFŮ .....	46
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>51</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY .....</b>	<b>52</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH .....</b>	<b>54</b>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 Přístroj Moisture Management Tester .....	13
Obrázek 2 Proces absorpce kapaliny.....	15
Obrázek 3 Savost a doba navlhčení.....	15
Obrázek 4 Oblasti vlhčení .....	16
Obrázek 5 Jednosměrný přenos kapaliny textilií; Index jednosměrného přenosu .....	17
Obrázek 6 Sídlo SDL Atlas.....	20
Obrázek 7 Metoda měření úhlu smáčení.....	23
Obrázek 8 Schéma Spray testu.....	23
Obrázek 9 Bundesmann BP2.....	23
Obrázek 10 Kapková metoda .....	24
Obrázek 11 Schéma sací výšky .....	24
Obrázek 12 Model torza.....	29
Obrázek 13 Vývoj tepelných manekýnů .....	30
Obrázek 14 Tepelný manekýn Newton.....	30
Obrázek 15 Vnitřní systém – Coppelius .....	31
Obrázek 16 Manekýn ADAM ve vozidle .....	32
Obrázek 17 Tepelná manekýna BTM .....	32
Obrázek 18 Model dolní končetiny .....	33
Obrázek 19 Model horní končetiny.....	33
Obrázek 20 Model hlavy .....	34
Obrázek 21 Dětská figurína.....	34
Obrázek 22 Ultrazvuková čistička .....	36



## Seznam tabulek

Tabulka 1 Hodnocení vzorků přístrojem MMT .....	19
Tabulka 2 Závislost teploty organismu na množství vyprodukovaného potu .....	25
Tabulka 3 Závislost činnosti na produkci vodních par.....	26
Tabulka 4 Přehled naměřených vzorků .....	37
Tabulka 5 Zpracované výsledky ve slovním podání .....	41
Tabulka 6 Zpracované výsledky ve slovním podání .....	43

## Seznam grafů

Graf 1 Porovnání schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti (R) u polypropylenu.....	46
Graf 2 Porovnání schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti (R) u lyocellu .....	47
Graf 3 Porovnání schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti (R) u polyesteru .....	48
Graf 4 Porovnání celkového ukazatele managementu vlhkosti textilie (OMMC) u polypropylenu	48
Graf 5 Porovnání celkového ukazatele managementu vlhkosti textilie (OMMC) u lyocellu .....	49
Graf 6 Porovnání celkového ukazatele managementu vlhkosti textilie (OMMC) u polyesteru .....	50

## SEZNAM ZKRATEK

%/s	procento za sekundu
AATCC	American Association of Textile Chemists and Colorists,
GB	Zkušební norma
ISO	Mezinárodní organizace pro normalizaci
mm/s	milimetr za sekundu
MMT	Moisture Management Tester
s	sekunda
SDL	Shirley Development Laboratories
SN/T	Zkušební norma
UK	United Kingdom – Spojené království
	Zkušební norma

## Úvod

Bakalářská práce se zabývá testováním vzorků na přístroji MMT. Přístroj MMT je přístroj na měření vlhkosti textilií. V práci se provedlo měření 27 vzorků v opakování po třech. Toto měření se uskutečnilo dvakrát, a to v listopadu 2014 a v dubnu 2015. Na základě naměřených vzorků se porovnávaly výsledky z hlediska přesnosti přístroje MMT. Měření se uskutečnilo na Katedře hodnocení textilií v laboratoři. Práce je členěna do dvou částí, na část rešeršní a experimentální. Rešeršní část se zabývá teoretickým popisem přístroje MMT, jeho použití a vyhodnocení výsledků. Dále se zaměřuje na fyziologické vlastnosti, jak z hlediska propustnosti vody a propustnosti vodních par, tak i z hlediska oděvů a jejich hodnocení. V experimentální části se popisuje vazba a materiál měřených vzorků a následné vyhodnocení.

## 1. Rešeršní část

### 1.1. Moisture Management Tester

Přístroj MMT testuje rozptýlení kapaliny v ploše textilie a skrz textilií na základě změny jejího elektrického odporu. Schopnost managementu vlhkosti, neboli přenášení vlhkosti ve více dimenzích, má významný vliv pro lidského uživatele z hlediska vnímání vlhkosti pomocí textilie (např. tkaniny). Zkušební metody a některé normy lze využít pro vyhodnocení jednoduché savosti a nasákavosti tkaniny, dobu průniku kapaliny netkanými textiliemi pak lze testovat dle normy ISO 9073-8. Stávající normy neumožňují změřit parametry dynamického přenosu vlhkosti v tkanině.[1]

Přístroj Moisture Management Tester (MMT) dynamicky měří chování kapaliny v textilních materiálech, kterými mohou být pleteniny, tkaniny a netkané textilie, ve třech rozměrech:[1]

- savost – doba pohlcování vlhkosti tkaninou z rubové i lícové strany,
- schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti – jednosměrný přenos z rubové na lícovou stranu textilie,
- rychlost šíření/vysychání – rychlost šíření

vlhkosti na rubové i lícové straně měřené textilie.



Obrázek 1 Přístroj Moisture Management Tester

#### 1.1.1. Zkušební normy

##### 1.1.1.1.

##### AATCC 195

American Association of Textile Chemists and Colorists, tato zkušební metoda je určena pro měření, hodnocení a klasifikaci kapalných vlastností a odvádění vlhkosti z tkanin. Zkušební metoda poskytuje objektivní měření vlhkosti u tkanin, pletenin a netkaných textilií. Výsledky získané touto metodou jsou založeny na odolnosti proti vodě, odolnosti vůči vodě a absorpci vody včetně charakteristik struktury tkaniny – geometrické a vnitřní struktury tkaniny a její sací schopnosti vláken a přízí.[4]

#### **1.1.1.2.**

#### **SN/T 1689.1**

Dynamický přenos výkonu měřené kapaliny.[5]

#### **1.1.1.3.**

#### **GB 21655.2**

Čínská technická norma. Název: Textilie – Hodnocení absorpce a rychleschnutí, část 2. Metoda pro zkoušení odvodu vlhkosti.[6]

### **1.1.2.Princip činnosti přístroje**

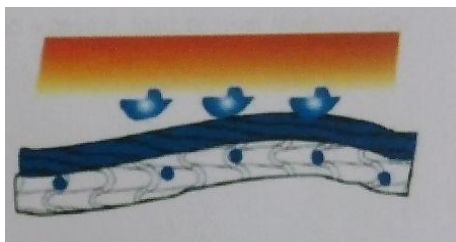
Přístroj Moisture Management Tester (MMT) slouží ke zkoušení vlastností managementu vlhkosti u textilií, např. u tkanin a pletenin. Přístroj se skládá z horních a dolních soustředně umístěných čidel vlhkosti, mezi něž se vkládá testovaný vzorek textilie.[1]

- Vzorek textilie je za určitého tlaku vodorovně držen horním a dolním senzorem, který je složen z měděných kroužků. Na povrch textilie je pomocí tzv. potní žlázy zavedena (Sweat Gland) určitá váha (0,15 g) předem definovaného roztoku (syntetický pot, AATCC 15).
- Roztok je přenášén z horního povrchu textilie třemi směry:
  - rozptýlení směrem ven na horním povrchu textilie (tkaniny),
  - přenos skrz textili z horního povrchu na spodní povrch,
  - šíření ven na spodním povrchu textili a odpařování.

Přístroj zaznamená změnu elektrického odporu mezi každou dvojicí nejbližších kovových kroužků samostatně na horních a dolních senzorech. Elektrický odpor mezi jednotlivými kroužky poklesne zvýšením vlhkosti textilie a na jeho základě je zhodnocena distribuce kapalné vlhkosti v ploše textilie a skrz textili.[2]

### **1.1.3.MMT umožňuje měření těchto indexů:[1] [3]**

- Wetting Time Top/Bottom (WTT/WTB)  
Čas zvlhčení horní/dolní textilie. WTT a WTB udávají časový interval mezi počátkem vlhčení tkaniny, tedy počátkem testu, a momentem, kdy vodní sloupec celkového objemu vody na horní i spodní straně tkaniny ( $U_{\text{horní}}$  a  $U_{\text{spodní}}$ ) překročí hodnotu Tan ( $15^\circ$ ). Dobu navlhčení lze srovnat s hodnotami absorpčního testu uvedenými v AATCC 79.



Obrázek 2 Proces absorpce kapaliny

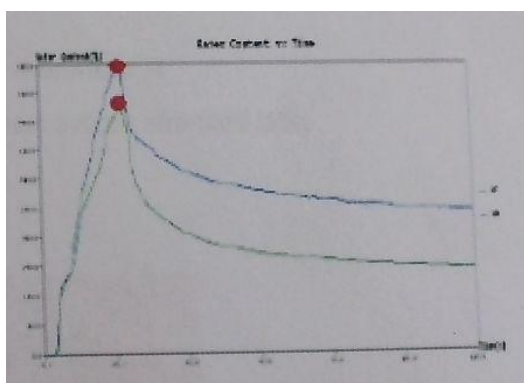
- Absorption Rate Top/Bottom (TAR/BAR)

Stupeň absorpce (savost) horní/dolní textilie. TAR a BAR vyjadřují průměrnou schopnost tkaniny absorbovat vlhkost z horní i spodní strany za časový úsek provozu čerpadla.

Průměrná savost (%/s) je definována takto:

TAR = průměrný vodní sloupec<sub>horní</sub> za dobu provozu čerpadla,

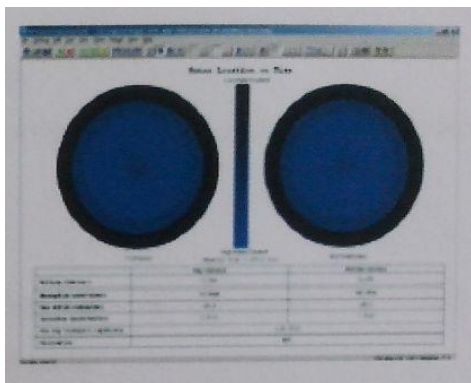
BAR = průměrný vodní sloupec<sub>spodní</sub> za dobu provozu čerpadla.



Obrázek 3 Savost a doba navlhčení

- Maximum Wetted Radius Top/Bottom (MWRT/MWRB)

Největší okruh zvlhčení horní/dolní textilie. Vodní sloupce celkového objemu vody ( $U_{\text{horní}}$  a  $U_{\text{spodní}}$ ) jsou vyšší než hodnota  $\tan(15^\circ)$  na horní i spodní straně textilie.



Obrázek 4 Oblasti vlhčení

- Spreading Speed Top/Bottom (TSS/BSS)

Rychlost šíření (kapaliny) na horní/dolní textili. Rychlost šíření je definována jako kumulativní rychlost šíření roztoku tkaninou od středu po největší radius navlhčení.

Předpokládejme, že kruh  $i$  ( $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ ) se navlhčí v čase  $t_i$ , tudíž rychlost šíření kapaliny tkaninou ( $S_i$ ) v kruhu  $i-1$  je:

$$S_i = \frac{\Delta R_i}{\Delta t_i} = \frac{R}{t_i - t_{i-1}}, \quad (1)$$

kde konstanta  $R$  je poloměr kruhu.

Potom kumulativní rychlost šíření ( $SS$ ) je:

$$SS = \sum_{i=1}^N S_i = \sum_{i=1}^N \frac{R}{t_i - t_{i-1}}, \quad (2)$$

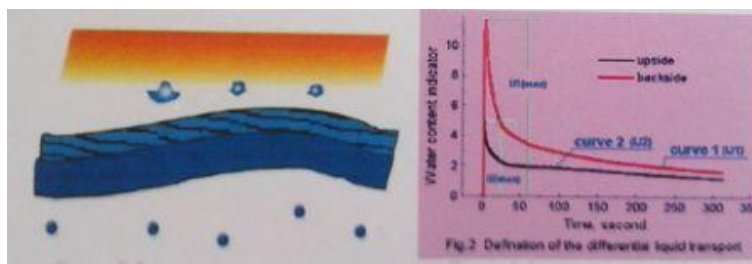
kde  $N$  je číslo maximálně navlhčeného kruhu.

- Accumulative One-Way Transport Capacity ( $R$ )

$R$  je definován jako rozdíl kumulativního obsahu vlhkosti mezi dvěma stranami textilie.

$$R = \frac{\text{Oblast } U_{\text{spodní}} - \text{Oblast } U_{\text{horní}}}{\text{celkový čas zkoušky}}. \quad (3)$$





Obrázek 5 Jednosměrný přenos kapaliny textilií; Index jednosměrného přenosu

- Overall Moisture Management Capacity (OMMC)

Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie. Tento ukazatel slouží pro vyjádření celkové schopnosti tkaniny rozvádět absorbovanou vlhkost a zahrnuje tři výkonové parametry:

- savost spodní stranou textilie: BAR,
- schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti: R,
- rychlost schnutí spodní strany textilie, kterou představuje kumulativní rychlost šíření: BSS.

Celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie je definován takto:

$$OMMC = C1 \times BAR_{ndv} + C2 \times R_{ndv} + C3 \times BSS_{ndv}, \quad (4)$$

kde C1, C2 a C3 jsou hmotnosti bezrozměrných hodnot (ndv = bezrozměrná hodnota):  $BAR_{ndv}$ ,  $R_{ndv}$  a  $BSS_{ndv}$  ukazatelů savosti (BAR), jednosměrného přenosu (R) a rychlosti šíření (BSS).

Zde jsou hodnoty následující: C1 = 0,25, C2 = 0,5 a C3 = 0,25.

$$BAR_{ndv} = \begin{cases} \frac{1}{BAR_{max} - BAR_{min}}, & , BAR \geq BAR_{max} \\ \frac{BAR - BAR_{min}}{BAR_{max} - BAR_{min}}, & , BAR \in [BAR_{min}, BAR_{max}] \\ 0, & , BAR \leq BAR_{min} \end{cases} \quad (5)$$

$$R_{ndv} = \begin{cases} \frac{1}{R_{max} - R_{min}}, & , R \geq R_{max} \\ \frac{R - R_{min}}{R_{max} - R_{min}}, & , R \in [R_{min}, R_{max}] \\ 0, & , R \leq R_{min} \end{cases} \quad (6)$$

$$BSS_{ndv} = \begin{cases} \frac{1}{BSS_{max} - BSS_{min}}, & , BSS \geq BSS_{max} \\ \frac{BSS - BSS_{min}}{BSS_{max} - BSS_{min}}, & , BSS \in [BSS_{min}, BSS_{max}] \\ 0, & , BSS \leq BSS_{min} \end{cases}$$

A proto  $OMMC \in [0, 1]$

#### **1.1.4. Vyhodnocení výsledků**

##### **1.1.4.1.**

##### ***Voděolné textilie***

Vlastnosti:

- velmi pomalá absorpce roztoku,
- velmi pomalé šíření kapaliny textilií,
- nedochází k jednosměrnému přenosu ani k penetraci (průchod kapaliny skrz textilií).

##### **1.1.4.2.**

##### ***Vodu odpuzující textilie***

Vlastnosti:

- nedochází k navlhčení textilie,
- nedochází k absorpci,
- nedochází k šíření roztoku textilií,
- slabý jednosměrný přenos bez působení vnějších vlivů.

##### **1.1.4.3.**

##### ***Pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie***

Vlastnosti:

- pomalá absorpce,
- pomalé šíření roztoku textilií,
- slabý jednosměrný přenos.

##### **1.1.4.4.**

##### ***Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie***

Vlastnosti:

- střední až rychlé namočení textilie,
- střední až rychlá absorpce,
- malá oblast šíření kapaliny,
- pomalé šíření roztoku textilií,
- slabý jednosměrný přenos.

##### **1.1.4.5.**

##### ***Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie***

Vlastnosti:

- střední až rychlé namočení textilie,
- střední až rychlá absorpce,
- velká oblast šíření kapaliny,
- rychlé šíření roztoku textilií,
- slabý jednosměrný přenos.

#### 1.1.4.6.

#### *Vodě propustné textilie*

Vlastnosti:

- malá oblast šíření kapaliny textilií,
- výborný jednosměrný přenos roztoku.

#### 1.1.4.7.

#### *Textilie s managementem vlhkosti*

Vlastnosti:

- střední až rychlé namočení textilie,
- střední až rychlá absorpce,
- velká oblast šíření kapaliny na spodní straně textilie,
- rychlé šíření roztoku na spodní straně textilie,
- dobrý až výborný jednosměrný přenos.

[1]

#### 1.1.4.8.

#### *Stupnice hodnocení vzorků přístrojem MMT*

**Tabulka 1** Hodnocení vzorků přístrojem MMT

Index \ Stupeň		1	2	3	4	5
Doba navlhčení (s)	Horní strana	$\geq 120$	20~119	5~19	3~5	$<3$
		Žádné navlhčení	Pomalé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
	Spodní strana	$\geq 120$	20~119	5~19	3~5	$<3$
		Žádné navlhčení	Pomalé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
Savost (%/s)	Horní strana	0~10	10~30	30~50	50~100	$>100$
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá

	Spodní strana	0~10	10~30	30~50	50~100	>100
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
Maximální rádius navlhčení	Horní strana	0~7	7~12	12~17	17~22	>22
		Žádné navlhčení	Malé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
	Spodní strana	0~7	7~12	12~17	17~22	>22
		Žádné navlhčení	Malé	Střední	Rychlé	Velmi rychlé
Rychlost šíření kapaliny (mm/s)	Horní strana	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
	Spodní strana	0~1	1~2	2~3	3~4	>4
		Velmi pomalá	Pomalá	Střední	Rychlá	Velmi rychlá
Schopnost jednosměrného přenosu kapaliny		<-50	-50~100	100~200	200~400	>400
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Výborný
OMMC		0~0.2	0.2~0.4	0.4~0.6	0.6~0.8	>0.8
		Velmi slabá	Slabá	Dobrá	Velmi dobrá	Výborný

[1]

## 1.2. Společnost SDL Atlas

SDL Atlas je skupina firem nabízející největší škálu textilních zkušebních zařízení, laboratorních výrobků, spotřebního materiálu a podpůrných služeb k dispozici. Společnost dokáže poskytnout nástroj, celou laboratoř nebo poradenství o nejnovějších zkušebních normách kdekoli na zeměkouli.[3]

Sídlí v UK a je hlavním prodejním a servisním centrem pro Evropu, Afriku a část Asie. Má agenty a distributory, kteří jsou ochotni pomoci ve více než 100 zemích po celém světě.[3]



Obrázek 6 Sídlo SDL Atlas

### **1.2.1.Historie**

SDL Atlas je kombinace několika obchodních vedoucích v textilním testovacím průmyslu. Atlas má za sebou dlouhý a blízký vztah v americkém textilním průmyslu včetně, že je prvním firemním členem AATCC. Tento vztah vedl k vývoji a výrobě řady specializovaných textilních testovacích nástrojů:[3]

- **AATCC Launder-Ometer**

Přístroj, který testuje stálosti při praní, barvení, čištění. Testy se uskutečňují při teplotách až do 95°C.

- **Crockmeter**

Přístroj měřící odolnost v tření, slouží ke zjištění stálosti textilií při mokřém a suchém tření.

- **Accelerator**

Přístroj, který slouží k určení odolnosti v oděru textilie za sucha a mokra.

- **Scorch Tester**

Přístroj pro určení rozměrových a barevných stálosti textilií za horkých a suchých podmínek.

- **Perspiration Tester**

Přístroj určující barevnou stálost textilie vůči vodě a potu.

SDL (v minulosti Shirley Institut) – Shirley Development Laboratories byl a stále zůstává předním výrobcem a distributorem širokého spektra testovacích nástrojů. Odborníci ze všech různých oborů a zaměření textilního průmyslu využívají pro své testovací potřeby textilií známý katalog SDL.[3]

## **1.3. Fyziologické vlastnosti**

### **1.3.1.Propustnost vody**

Interakce kapaliny (vody) s plošnou textilií. Hodnotí se usazování vody na povrchu textilie (smáčivost-nepromokavost-vodoodpudivost) a vnik vody do struktury textilie (nasákavost, vzlínavost).

Textilie s nepromokavou úpravou, husté tkaniny a povrstvené textilie. Hodnocení se provádí na přístroji penetrometr – zkouška tlakem vody, kde je vzorek textilie vystaven trvale stoupajícímu tlaku vody na jedné své straně, dokud se na třech místech zkoušeného vzorku neobjeví proniknutí vody.[2]

Hodnotí se:[2]

- výška vodního sloupce  $vc_m$ , která odpovídá tlaku, při kterém došlo k průniku vody zkoušenou textilií na 3 místech,
- množství vody, které proteče textilií při konstantním tlaku za jednotku času,
- čas, který uplyne do průniku prvních tří kapek při konstantním tlaku.

#### 1.3.1.1.

#### *Smáčivost-nepromokavost-vodoodpudivost*

Veličiny:[2]

adhezní konstanta  $k$ : míra přilnutí kapky (kladná - smáčí povrch, záporná - nesmáčí povrch)

hydrofóbní mat: vodoodpudivost

hydrofilní mat: smáčivost

etalony: množství proteklé vody v  $ml$

Smáčivost-nepromokavost-vodoodpudivost je dána poměry povrchových napětí, které vznikají na rozhraní:[2]

- vzduchu 1 (plynná látka),
- kapky vody 2 (kapalina),
- textilie 3 (pevná látka).

Vzorec pro rovnováhu na fázovém rozhraní kapalina-pevná látka:

$$\sigma_{23} = \sigma_{31} - \sigma_{21} \cdot \cos \Theta \quad (8)$$

Adhezní konstanta:

$$k = \sigma_{31} - \sigma_{23} \quad (9)$$

Vysvětlivky:[2]

$\sigma_{21}$  – povrchové napětí

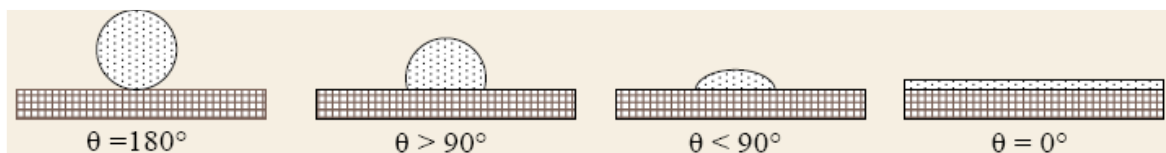
$\sigma_{23}$  – povrchové napětí

$\sigma_{31}$  – povrchové napětí

$\Theta$  – smáčecí úhel – odperlovací efekt

Klasifikace smáčivosti-nepromokavosti:[2]

- Metoda úhlu smáčení



Obrázek 7 Metoda měření úhlu smáčení

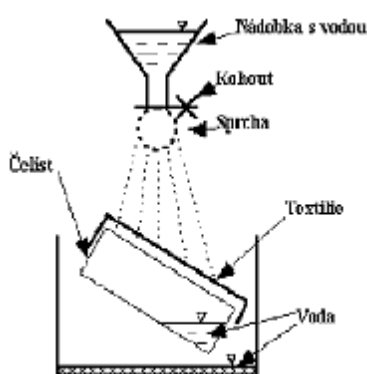
$\theta = 180^\circ$ : úplná hydrofobizace (odperlování vodních kapek)

$\theta > 90^\circ$ : špatné smáčení

$\theta < 90^\circ$ : znatelné smáčení

$\theta = 0$ : úplné smáčení

- Metoda umělého deště – Spray test



Simuluje chování textilie při smáčení proudem kapek vody.

Vzhled mokré části textilie – v porovnání s etalony.

Množství vody proteklé textilií a zachycené v nádobce [ml].

Obrázek 8 Schéma Spray testu

- Metoda umělého deště – Bundesmann BP2



Simuluje chování textilie při smáčení proudem kapek vody.

Vzhled mokré části textilie – v porovnání s etalony.

Množství vody proteklé textilií a zachycené v nádobce [ml].

Množství vody absorbované textilií během zkoušky – nasákavost – hmotnostní přírůstek – vážení.

Obrázek 9 Bundesmann BP2

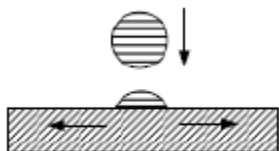
### 1.3.1.2.

### Nasákavost

Je to schopnost absorpce vody do struktury textilie. Schopnost vodu přijímat a fyzikální cestou vázat za podmínek dané teploty a času.[2]

Klasifikace nepromokavosti:[2]

- Kapková metoda – udává čas, za který se vsákne přesně odměřená kapka vody do materiálu (textilie) – mikroskop.



Obrázek 10 Kapková metoda

- Metoda umělého deště - smočení po celé ploše (textilie),
  - Bundesmann, Spray test,
  - hmotnostní přírůstek.

$$U = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \cdot 10^2 [\%]$$

(10)

#### 1.3.1.3.

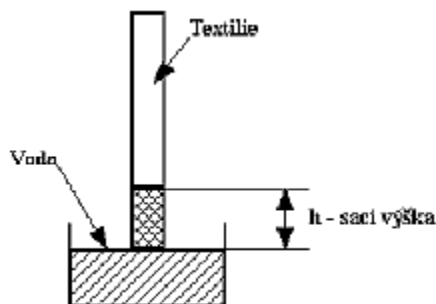
#### Vzlínavost

Schopnost pohlcovat a přenášet kapalinu působením kapilárních sil. Odvádí vody z prostoru pod oděvem – „knotový efekt“.[2]

Vzlínavost závisí na:[2]

- Pórovitosti – velikosti a tvaru póru. Pokud je příze tvarovaná, tak má vysokou pórovitost a dobrou vzlínavost.
- Smáčecí schopnosti dané textilie.
- Povrchovém napětí vláken a kapaliny.
- Obsahu hydrofilních skupin v molekulové struktuře.

Hodnotí se sací výška  $h$ [mm] – v předepsaných časových intervalech až do rovnovážného stavu ( $h$  se stabilizuje).



Obrázek 11 Schéma sací výšky



#### 1.3.1.4.

#### *Propustnost vody – normy*

ČSN EN 31092 (80 0819): Textilie – Zjišťování fyziologických vlastností – Měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám.

ČSN EN 24920 (80 0827): Textilie – Stanovení odolnosti plošných textilií vůči povrchovému smáčení (zkrápěcí metoda).

ČSN 80 0828: Plošné textilie – Stanovení savosti – Postup vzlínáním.

ČSN 80 0831: Savost plošných textilií – Stanovení nasákavosti.

ISO 9865, ČSN EN 29865 (80 0856): Textilie – Stanovení nepromokavosti plošných textilií Bundesmannovou zkouškou deštěm.

ČSN EN 20811 (80 0818): Textilie – Stanovení odolnosti proti pronikání vody – Zkouška tlakem vody.

ČSN EN 1734 (80 0857): Textilie povrstvené pryží nebo plasty – Zjišťování odolnosti proti pronikání vody.

AATCC 195 2011: Liquid moisture management properties of textile fabric.

[2]

#### **1.3.2. Propustnost vodních par**

Je to schopnost transportu vodních par a schopnost plošné textilie neklást odpor prostupu vodních par (vlhkosti). Předpokladem je tlakový spád – rozdílný tlak na obou stranách textilie. Kombinace difúze (prostupu) a absorpce vlhkosti dovnitř textilie.[2]

Propustnost vodních par závisí na:[2]

- druhu vlákenného materiálu,
- struktúre textilie (porézní charakter, vazba, dostava, povrchová úprava),
- mikroklimatu,
- tlaku,
- a dalších vlastností textilie.

Produkce tělesné vlhkosti závisí na fyzické zátěži a na teplotě organismu.[2]

Tabulka 2: Závislost teploty organismu na množství vyprodukovaného potu

**Tabulka 2 Závislost teploty organismu na množství vyprodukovaného potu**

Teplota organismu [°C]	Množství potu
------------------------	---------------

Do 34	Cca 30 ml/hod
Nad 34	Až 0,4 l/hod

**Tabulka 3 Závislost činnosti na produkci vodních par**

Druh činnosti	Produkce vodních par [g/m <sup>2</sup> /24 hod]
Klidový stav	1200-1500
Chůze	5000-10000
Běh	20000-28000
Extrémní fyzická zátěž	nad 35000

Veličiny související s propustností vodních par [2]:

- Propustnost vodních par –  $W_d$  [g.m<sup>-2</sup>.h<sup>-1</sup>.Pa<sup>-1</sup>],
- Relativní propustnost vodních par –  $P$  [%],
- Odolnost vůči vodním parám –  $Ret$  [m<sup>2</sup>.Pa.W<sup>-1</sup>],
- Index propustnosti vodních par –  $i_{mt}$  [-],
- Navlhavost – schopnost pohlcovat vlhkost ze vzduchu,
- Vysýchavost – schopnost odevzdávat vlhkost.

#### **1.3.2.1.**

#### ***Metody hodnocení propustnosti vodních par***

##### **1) Klasické metody vážením[2]**

- Princip metody: Vodní páry, procházející za daných podmínek plošnou textilií, jsou absorbovány vysoušedlem (silikagelem). Stanoví se přírůstek hmotnosti vysoušedla; množství vodních par procházejících vzorkem textilie za určitý čas při rozdílu parciálních tlaků vodních par na obou stranách vzorku.
- Relativní propustnost vodních par –  $P$  [%]: Je to poměr přírůstku hmotnosti vysoušedla ve zkušební misce s textilií a přírůstku hmotnosti vysoušedla ve zkušební misce bez textilie. Normou je ČSN 80 0855: Zjišťování relativní propustnosti vodních par plošnou textilií.

##### **2) Metoda měření změny tepelného toku[2]**

- a. Princip metody: Spočívá v elektricky vyhřívané porézní destičce zakryté membránou (propouští vodní páry a nepropouští vodu) se vzorkem plošné textilie. K destičce se přivede voda, která se odpařuje a vodní páry prochází membránou a poté textilií. Tepelný tok udává míru rychlosti vypařování – je nutný pro zachování teploty na destičce.
- b. Odolnost vůči vodním parám –  $Ret$  [ $m^2 \cdot Pa \cdot W^{-1}$ ]: Je to rozdíl vodních par uprostřed dvou povrchů materiálů, dělený výsledným výparným tepelným tokem na jednotku plochy ve směru gradientu (latentní výparný tepelný tok procházející danou plochou a odpovídající ustálenému použitému tlakovému gradientu páry).

### 3) Metoda měření změny tepelného toku[2]

- a. Propustnost vodních par –  $W_d$  [ $g \cdot m^{-2} \cdot h^{-1} \cdot Pa^{-1}$ ]: Je to vlastnost textilního materiálu závislá na odolnosti vůči vodním parám a teplotě ( $\Phi T_m$  – latentní teplo při teplotě  $T_m$ ).

$$W_d = \frac{1}{Ret \cdot \Phi T_m} \quad (11)$$

- b. Index propustnosti vodních par –  $i_{mt}$  [-]: Je poměrem tepelné odolnosti k odolnosti vůči vodním parám. Kde  $i_{mt} = 0$  je materiál nepropouštějící vodní páru a  $i_{mt} = 1$  je materiál s odolností vůči vodním parám, stejnou jakou má vrstva vzduchu shodné tloušťky.

$$i_{mt} = S \cdot \frac{Ret}{Ret} \quad (12)$$

- c. ISO 11092, ČSN EN 31092 (80 0819): Textilie – Zjišťování fyziologických vlastností – měření tepelné odolnosti a odolnosti vůči vodním parám (zkouška pocení vyhřívanou destičkou).
- d. Relativní propustnost vodních par –  $P$  [%]: Je hodnotou vypočtenou z poměru tepelného toku (propustnosti vodních par) před a po vložení vzorku do přístroje. Interní norma č. 23-304-01/01: Stanovení termofyziologických vlastností textilií.

#### **1.4. Fyziologické vlastnosti oděvů a jejich hodnocení**

Komfort oděvního výrobku se komplexně hodnotí v závislosti na reakci lidského organismu, klimatickém prostředí a oděvním systémem, do kterého je zkoumaná osoba oděna.[2]

Poskytuje věrohodnější a přesnější zobrazení skutečné funkční hodnoty textilie a oděvního výrobku.[2]

Hodnocení se provádí objektivně, subjektivně a kombinací objektivního a subjektivního hodnocení.[2]

Objektivně:[2]

- na základě vykonávané činnosti osobou nebo figurínou na přístrojích v bioklimatické komoře,
- na vnímání nositele hodnocení není závislé,
- nastavitelné parametry prostředí, jako je teplota, vlhkost a rychlost proudění vzduchu,
- fáze klidu/zátěže,
- snímání teploty pokožky a vlhkosti produkované organismem (senzory).

Subjektivně:[2]

- zkouška nošením, kde je vyhodnocení formou dotazníku,
- zahrnuje pocit nositele, kterým je pocit tepla (mírné teplo – teplo – horko) a pocit chladu (chladno – zima – tuhnutí).

Kombinace:[2]

- časový záznam subjektivních pocitů osoby nebo figuríny (tj. reakce na vytvořené podmínky v bioklimatické komoře) je konfrontován s časovým průběhem tělesných povrchových teplot a vlhkosti produkované organismem (snímáno přístroji).

##### **1.4.1. Tepelné figuríny**

Dokážou napodobovat termoregulační funkce lidského organismu. Velké využití je v oděvním komfortu a jako simulace fyziologických podmínek – budovy, dopravní prostředky, inkubátory a mnoho dalších.[2]

Pokud při testování nelze využít lidských subjektů, tak to jsou oděvy do extrémních klimatických podmínek a dále čistota ovzduší.[2]

Jsou vývojem alternativních metod. Povrch figuríny lze regulovat teplotou (počítačem), dochází k simulaci rozložení tepla v lidském těle a tím se měří tepelný tok.[2]

#### **1.4.1.1.**

#### **Vývoj**

#### **POTÍCÍ SE TORZO**

Předchůdce tepelných manekýnů. Simuluje přenos tepla a vlhkosti z lidského trupu přes oděv, má 36 potících trysek (voda) a 20 čidel teploty. Podmínkami jsou větrný tunel a střídající se fáze zátěže a klidu.[2]



**Obrázek 12 Model torza**

#### **STATICKE (STOJÍCÍ) TEPELNÉ FIGURÍNY**

Na počátku 40. let, v roce 1942 byla první figurínou figurína Sam. Byla to keramická roura bez hlavy a paží, pokryta měděnými plechy. Kovový povrch se skládal z hliníku a mědi + topné zóny (segmenty), která byla analogová.[2]

#### **POHYBLIVÉ TEPELNÉ FIGURÍNY**

Začátek plastových a pohyblivých figurín, které měly klouby a více topných zón. V roce 1973 v Dánsku – plastová pohyblivá figurína, 16 segmentová. Další roku 1984 ve Švédsku – kloubová termální figurína s 19 topnými zónami. Byly analogové – digitální.[2]

#### **POHYBLIVÉ A POTÍCÍ SE TEPELNÉ FIGURÍNY**

Simulují tepelnou výměnu při pocení, kde je přestup tepla současný s přestupem vodní páry. V roce 1988 ve Finsku manekýn Coppelius dokáže objektivní měření přestupů přes oděv. Na povrchu figuríny jsou potní žlázy – regulace a kontrola množství dodané vody, dochází k odpařování vlhkosti a hmotnostního přírůstku figuríny. V roce 1989 v Dánsku, první ženská figurína. Její povrch tvoří plast, textil a kompozity.[2]

#### **SIMULACE DÝCHÁNÍ**

V Dánsku roku 1996 – dýchající manekýn Nille.[2]

Type	Segmentation	Series	Material	Regulation	Posture	Country
A	1-segment	SAM	copper	analogue	standing	USA 1942
B	11-segments	ALMANKIN	aluminium	analogue	standing	UK 1964
C	radiation manikin	CEPAT400	aluminium	analogue	standing	France 1972
D	16-segments	HENRIK2	plastic	analogue	moveable	Denmark 1973
E	16-segments	CHARLIE	plastic	analogue	moveable	Germany 1978
F	16-segments	SIBMAN	plastic	digital	sit, stand	Sweden 1980
G	19-segments	VOLTMAN	plastic	digital	sitting	Sweden 1982
H	36-segments	ASSMAN	plastic	digital	sitting	Sweden 1983
<b>(MANIKIN1)</b>						
I	19-segments	TORÉ	plastic	digital	moveable	Sweden 1984
J	7-segments	CLOUSSEAU	plastic	analogue	standing	Sweden 1987
K	sweating manikin	COPELIUS	plastic	digital	moveable	Finland 1988
L	female manikin	NILLE	plastic	comfort	moveable	Denmark 1989
M	33+3-segments	HEATMAN	plastic	multi	sitting	Sweden 1991
<b>(MANIKIN2)</b>						
N	1-segment sweating	WALTER	fabric	water	moveable	Hong Kong 1991
O	36-segments	HEATMAN	plastic	digital	moveable	France 1995
P	breathing manikin	NILLE	plastic	multi	moveable	Denmark 1996
Q	sweating manikin	SAM	plastic	digital	moveable	Switzerland 2001
R	26-segments	TOM	copper	digital	moveable	USA 2003
S	126-segments	ADAM	composite	model	moveable	USA 2003

Obrázek 13 Vývoj tepelných manekýnů

#### 1.4.1.2.

#### *Tepelný manekýn Newton*

Tepelný manekýn Newton (Newton Thermal Manikin System) je ve tvaru zprůměrované lidské postavy s možností různých poloh končetin. Je pohyblivý v kotnících, kolenech, kyčlích a loktech (+ zápěstí a krk) a dokáže jakoukoli tělesnou pozici. Používá se k ohodnocení komfortu osob ve vnitřním a venkovním prostředí (budovy a kabiny dopravních prostředků), nebo k ohodnocení tepelně izolačních vlastností oblečení pro sportovní a pracovní činnosti.[7]



Obrázek 14 Tepelný manekýn Newton

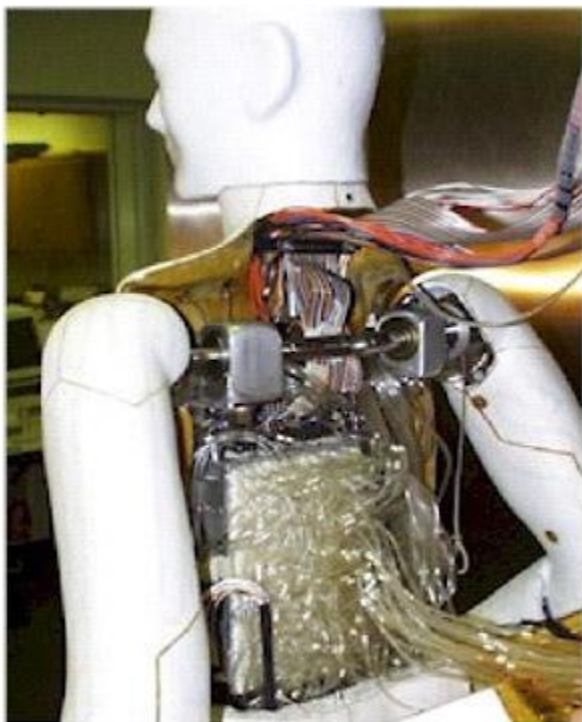
Pomocí tepelného manekýna se měří tepelné ztráty konvekcí, radiací a vedením, z celkem 34 vyhřívaných zón (tvář, hlava, hrudník, břicho, horní záda, dolní záda, horní paže, předloktí, ruka – obojí vlevo a vpravo, boky, stehna, lýtko a noha – vlevo, vpravo, vpředu a vzadu) a na základě těchto veličin je určena tepelná ztráta celého těla.[7]

Váženým zprůměrováním zón jsou pak následně určeny tepelné pocity a tepelný komfort simulované osoby. Tento tepelný manekýn je teprve pátým podobným zařízením v evropských laboratořích. Zejména bude využíván ve spolupráci s automobilkou Škoda Auto a Volkswagen v Německu při vývoji řídicích systémů klimatizace kabin automobilu. Manekýn je vybaven nastavitelným dýchacím zařízením (různý vdech a výdech ústy či nosem, nebo kombinace obou) s filtry na zachycení aerosolů, které umožní sledovat transport např. prachových částic v prostoru kabiny a navrhnout opatření ke snížení jejich dosahu. Manekýn je doplněn o vlastní virtuální model lidského tepelného komfortu. Simuluje krevní oběh, dýchání, pocení, svalový třes, vasodilataci či vasokonstrikci v teplém nebo chladném prostředí.[7]

#### **1.4.1.3.**

#### ***Tepelný a potící se manekýn Coppelius***

Manekýn Coppelius vznikl v technickém výzkumném centru VTT ve Finsku. Dokáže simulovat jakékoliv klimatické podmínky, úroveň aktivity a různé pohyby a pozice. Měří ztrátu vlhkosti a tepla. Jeho topný systém je počítačově řízený a má 18 samostatně řízených sekcí těla. Dále má počítačem řízený potící se systém se 187 jednotlivě ovládanými potními žlázami. Klouby jsou protetické, např. ramena, lokty, kyčle a kolena.[2]



**Obrázek 15** Vnitřní systém – Coppelius

#### **1.4.1.4.**

#### ***Tepelný a potící se manekýn ADAM***

Původně byl vyvinut v roce 2001 pro Americké ministerstvo energetiky, národní laboratoř obnovitelných zdrojů energie. ADAM – Advanced Automotive Manikin, zůstává na světě nejvyspělejší tepelnou figurínou a představuje opravdový skok v technologii pro výzkum tepelných figurín. Je rozdělen na 120 samostatných potících zón. ADAM byl navržen tak, aby vyhodnotil velmi nehomogenní a přechodné prostředí ve vozidlech a letadlech. Manekýn napodobuje lidské reakce, jako jsou dýchání a pocení, s neuvěřitelnou přesností a rychle reaguje na změny životního prostředí.[8]



**Obrázek 16 Manekýn ADAM ve vozidle**

#### **1.4.1.5.**

#### ***Tepelná manekýna BTM***

Tepelná manekýna BTM – Breathing Thermal Manikin - je určena pro hodnocení kvality vzduchu (pokojové prostředí). Manekýna má umělou plíci, která je vybavená jednotkou pro zvlhčování a ohřev vzduchu. Vdechuje ústy a vydechuje nosem. Topný systém je řízený počítačem a má 16 tepelně nezávislých částí. Materiál manekýny BTM je z polystyrenu, který je zesílený skleněným vláknem.[2]



**Obrázek 17 Tepelná manekýna BTM**



#### **1.4.1.6.**

#### ***Figuríny pro specifické aplikace***

##### **MODEL DOLNÍCH KONČETIN**

Hodnotí se tepelné a izolační ztráty, slouží pro klasifikaci vlastností obuvi. Modely jsou potíci se nebo suché. Jejich rozdělení je na tepelně nezávislé sekce a teplota je od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$ , vlhkost od 0 do 100 %.[2]



**Obrázek 18 Model dolní končetiny**

##### **MODEL HORNÍCH KONČETIN**

Hodnotí se tepelné a izolační ztráty, slouží pro klasifikaci žáruvzdornosti nebo radiaci rukavic. Modely jsou potíci se nebo suché. Jejich rozdělení je na tepelně nezávislé sekce a teplota je od  $-20^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$ , ale i  $200^{\circ}\text{C}$ . Vlhkost od 0 až 100 %.[2]



**Obrázek 19 Model horní končetiny**

##### **MODEL HLAVY**

Hodnotí se tepelné ztráty a izolační vlastnosti pokrývek hlavy (helmy). Zobrazuje vliv konstrukčních změn výrobků. Jsou zde 4 oddělené zóny (obličej, temeno, zadní část hlavy, zužující se části – přímý kontakt s pokrývkou hlavy).[2]



Obrázek 20 Model hlavy

## DĚTSKÉ FIGURÍNY

Jsou to např. figuríny batolete s hmotností 1 kg, které slouží pro hodnocení inkubátorů a dalších zdravotnických zařízení pro předčasně narozené děti.[2]



Obrázek 21 Dětská figurína

### 1.4.1.7.

### *Využití*

Tepelné figuríny mají široké využití, např. v oděvním komfortu, pro simulaci fyziologických podmínek. Zjišťuje se změna tvaru a vlastností oděvů a materiálů. HVAC systémy (Heating, Ventilator and Air Conditioning) – technologie pokojová a automobilového komfortu v oblasti životního prostředí. Jejich cílem je zajistit tepelnou pohodu a přijatelnou kvalitu vzduchu v místnosti. HVAC je podskupinou strojírenství, založená na principech termodynamiky, mechaniky tekutin a přenosu tepla.[9]

Využívá se v hodnocení pro budovy, dopravní prostředky i inkubátory. Hodnocení kvality ovzduší (čistota), bezpečnosti lidí při extrémních podmínkách (vysoká teplota). Výsledky z experimentů slouží pro vývoj metodik a výrobků, a pro počítačové modelování.[2]

Počítačové modelování:[2]

- dynamiky proudění kapalin, plynů,
- přestupů tepla, hmoty,
- fázových změn,
- chemických reakcí,
- mechanického působení a deformací.

Prognóza – získání údajů, které nejsou experimentálně měřitelné. Testování více variant v relativně krátkém čase.[2]

## 2. Experimentální část

V této praktické části probíhalo měření na Katedře hodnocení textilií v laboratoři na přístroji MMT, ve kterém bylo měřeno celkem 27 vzorků tkanin, každý vzorek byl měřen třikrát. Měření proběhlo ve dvou částech. První měření se uskutečnilo v listopadu 2014 a druhé v dubnu 2015. Zde bude srovnání uskutečněných měření s hodnotami variability pro zhodnocení využití přístroje MMT.

### 2.1. Příprava vzorků

Z jednotlivých tkanin byly nastříhány vzorky o velikosti 5x5 centimetrů, což je potřebná velikost pro vkládání do přístroje MMT. Před vkládáním vzorků do přístroje nejprve proběhlo praní vzorků v ultrazvukové čističce. Ultrazvukové čištění je velice efektivní způsob odstraňování organických i neorganických volně vázaných nečistot z povrchu textilie. Čištění probíhalo v rozsahu několika minut a poté byly vzorky volně sušeny při pokojové teplotě. V případě nerovností vzorků byly ještě žehleny, aby měly ideální tvar pro vložení do přístroje MMT. Po procesu přípravy vzorků pak následovalo samotné měření.



obrázek 22 Ultrazvuková čistička

### 2.2. Postup měření

Před začátkem měření se musí přístroj postavit do vodorovné polohy. Vodorovnost povrchu ukazuje zabudovaná vodováha v levé dolní části přístroje. Usazení do vodorovné polohy se provádí pomocí tří nastavitelných kovových šroubů, na kterých přístroj stojí. Přístroj komunikuje s počítačem skrz software, který poté dokáže přesně vyhodnotit údaje o měřeném vzorku.

Před započítáním měření daných vzorků se musí nejprve provést testovací měření. Je důležité kvůli vypumpování přebytečného vzduchu ze silikonové trubičky, která přivádí kapalinu na vzorek. Vzduchu se zbaví pomocí tlačítka PUMP na přístroji, které se drží po dobu nezbytnou k vypumpování vzduchu.

Samotné měření probíhá způsobem vložení vzorku mezi dva soustředné kruhy. Poté se manuálně zavřou čelisti a probíhá měření pomocí počítačového softwaru. Měření se spustí tlačítkem RUN a probíhá po dobu 2 minut. Nejprve se po dobu 20 sekund pumpuje syntetický pot na textilií a zbytek (100 sekund) probíhá pozorování transportu vlhkosti a následného vyhodnocení programem. Software automaticky ukládá data. Vzorek se poté může vyjmout a vložit další. Po každém vyjmutí vzorku by se měly čelisti vysušit, aby neovlivnily měření dalšího vzorku.

### 2.3. Vzorky tkanin

Vzorky tkanin jsou v základních vazbách plátno, kepr a atlas. Materiálové složení bylo polyester, lyocell a polypropylen. Vzorky byly označeny číslem od 7 do 33, od čísla 7 do čísla 24 byly v bílé barvě a od 25 do 33 v barvě černé.

**Tabulka 4 Přehled naměřených vzorků**

Číslo vzorku	Dostava		Vazba	Materiál
	osnova	útek		
7	36	14	atlas 5/1	polypropylen
8	18	13	plátno	polypropylen
9	18	11	plátno	polypropylen
10	18	15	plátno	polypropylen
11	36	11	atlas 5/1	polypropylen
12	27	15	kepr 3/1	polypropylen
13	36	17	atlas 5/1	polypropylen
14	27	12	kepr 3/1	polypropylen
15	27	9	kepr 3/1	polypropylen
16	36	16	atlas 5/1	lyocell
17	18	15	plátno	lyocell
18	36	14	atlas 5/1	lyocell
19	36	22	atlas 5/1	lyocell
20	27	14	kepr 3/1	lyocell
21	27	17	kepr 3/1	lyocell
22	18	13	plátno	lyocell
23	27	20	kepr 3/1	lyocell
24	18	17	plátno	lyocell

25	18	14	plátno	polyester
26	36	19,5	atlas 5/1	polyester
27	36	16,5	atlas 5/1	polyester
28	18	12	plátno	polyester
29	18	16	plátno	polyester
30	27	14,5	kepr 3/1	polyester
31	27	17,5	kepr 3/1	polyester
32	36	13,5	atlas 5/1	polyester
33	27	11,5	kepr 3/1	polyester

### 2.3.1. Vazba vzorků

Vzorky se skládají ze základních vazeb, kterými jsou plátno, kepr a atlas.

#### Plátno

Ve tkalcovství je plátnová vazba nejjednodušší a nejhustěji provazující vazba. Husté provázání je dáno dobrým zaplněním tkaniny v obou směrech.[10]

Plátnová vazba je nejpevnější a nejtrvanlivější. Typické pro tuto vazbu je pravidelné střídání osnovních a útkových vazných bodů. Použití této plátnové vazby je velmi časté. Běžně se používá na košiloviny, letní dámské šatovky, kapesníky, stolní a ložní prádlo, dekorační a technické tkaniny a další.[11]

#### Kepr

Keprová vazba se pozná tvorbou šikmého řádkování na tkanině zleva doprava nebo zprava doleva. Pravý směr se značí písmenem „Z“ a levý směr písmenem „S“. Kepry se rozlišují na osnovní a útkové. V osnovním kepru převažují osnovní vazné body a v útkovém převažují útkové vazné body. Podle počtu nití ve střídě vazby se kepr dále označuje jako třívazný, čtyřvazný a jiné.[10] V této práci je použitý kepr třívazný.

Keprové vazby se dají zapsat zlomkem. V čitateli zlomku je počet osnovních vazných bodů a ve jmenovateli počet útkových vazných bodů na první niti útku. Před zlomkem se píše písmeno „K“ označující keprovou vazbu a za zlomkem směr kepru („Z“ a „S“).

Použití keprových vazeb je velmi časté u džínsoviny (denim), podšívkoviny ze syntetického hedvábí, pracovního oděvu. Dále také barchet, flanel, flauš, tzv. rybí kost na zimní plášt'oviny, gabardén a mnohé jiné.[11]

### **Atlas**

Atlasová vazba vytváří na tkanině jemné šikmé řádkování různého sklonu a hladký povrch. Vazní body jsou ve střídě pravidelně rozloženy a nesmí se vzájemně dotýkat. Znamená to, že u osnovního atlasu se nedotýkají útkové vazné body a naopak. Převládající osnovní vazné body značí atlas osnovní a naopak. Nejmenší počet osnovních nití a útků ve střídě má pěťivazný atlas. Vzdálenost vazných bodů se určuje číslem. Útkové atlasy se značí postupným číslem (PČ) a osnovní atlasy číslem vzestupným (VZ). Postupné číslo udává, na kolikáté další osnovní niti je na příštím útku osnovní vazný bod. Vzestupné číslo udává, na kolikáté další útkové niti je na příští osnovní niti útkový vazný bod.[10]

Určování postupného čísla (PČ):[11]

- nejmenší postupné číslo je 2,
- největší postupné číslo je o 2 menší než střída vazby,
- PČ nesmí být obsaženo ve střídě vazby beze zbytku,
- PČ nesmí být dělitelné číslem, které je ve střídě vazby beze zbytku obsaženo,
- zvolené PČ má přibližně odpovídat  $1/3$  nebo  $2/3$  čísla, které udává velikost střídy.

Použití atlasových vazeb je díky jejich typickému lesklému vzhledu u dámských společenských tkanin - satény, atlasy (stuhly atlasky), brokáty a podšívkoviny.[11]

### **2.3.2.Materiál vzorků**

U vzorků jsou použity 3 materiály, kterými jsou polyester, lyocell a polypropylen.

#### **Polyester (PES)**

Jedná se o syntetické vlákno z lineárních polymerů vznikajících esterifikací, zejména aromatických dikarbonových kyselin s glykoly. Za polyesterové vlákno se označuje takové, které se skládá nejméně z 85 % esterů obsahujících dvojmocný alkohol (glykol) a kyselinu tereftalovou.[12]

Polyester má dobrou odolnost v oděru a malou navlhavost (0,4 % za standardních podmínek). Výrobky z polyesteru se snadno perou a rychle usychají, mají velkou tepelnou stálost a velmi dobře odolávají vysokým teplotám (do 150°C).[12]

Použití v textilním průmyslu je např. ve formě stříže - kvalitní materiál pro plášťové, oblekové a šatové tkaniny. Výrobky jsou pevné, nemačkové, pružné a zažehlené záhyby jsou stálé.[12]

### **Lyocell (CLY)**

Druh viskóзовých vláken vyrobených zvláknováním v rozpouštědle. Jako u standardní viskózy je základní surovinou pro výrobu dřeva nebo recyklované textilie. Vlastnosti lyocellu jsou velmi dobrá afinita k barvivům, odolnost proti louhům, úplná biologická rozložitelnost, nízká elasticita a malá odolnost proti kyselinám. Lyocell má přirozenou prodyšnost a o 50 % vyšší absorpci vlhkosti než bavlna. Vyniká mimořádně hladkým a měkkým povrchem.[13]

### **Polypropylen (PP)**

Výchozí surovinou k výrobě polypropylenu jsou odpady vzniklé při zpracování ropy. Polypropylen je levnější než ostatní syntetické materiály. Polymerizovaná hmota se taví a dluží při teplotě 200°C, při tomto procesu se přidávají barviva, protože hotové vlákno se dá obtížně obarvit. Používá se pro pletené sportovní oděvy, dětské prádlo a jemné ponožky. Veliké využití je i v netkaných textiliích. Vlastnosti polypropylenu jsou: nejlehčí ze všech textilních vláken (0,91 g/cm<sup>3</sup>), odolnost proti chemikáliím, velmi dobrá pevnost v oděru, minimální navlhavost, nízký sklon k nabíjení statickou elektřinou a ke žmolkování. V omaku je polypropylen podobný ovčí vlně. Má nízkou schopnost zotavení po deformaci a malou odolnost proti účinkům světla a vyšších teplot.[14]



## 2.4. Vyhodnocení měřených vzorků (listopad 2014)

Tabulka 5 Zpracované výsledky ve slovním podání

Vzorek	Doba navlhčení		Savost		Max. rádius navlhčení		Rychlost šíření kapaliny		R	OMMC
	horní strana	spodní strana	horní strana	spodní strana	horní strana	spodní strana	horní strana	spodní strana		
7	střední	pomalé	střední	pomalá	střední	žádné	pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá
8	střední	střední	velmi rychlá	pomalá	střední	žádné	velmi pomalá	velmi pomalá	dobrá	slabá
9	střední	střední	pomalá	rychlá	rychlé	malé	velmi rychlá	pomalá	výborný	dobrá
10	střední	střední	střední	pomalá	rychlé	malé	velmi rychlá	pomalá	velmi dobrá	dobrá
11	střední	střední	rychlá	pomalá	rychlé	střední	střední	pomalá	slabá	slabá
12	střední	pomalé	střední	střední	střední	malé	pomalá	velmi pomalá	dobrá	slabá
13	střední	střední	rychlá	střední	střední	malé	pomalá	pomalá	výborný	dobrá
14	střední	pomalé	velmi rychlá	střední	střední	malé	pomalá	velmi pomalá	velmi dobrá	slabá
15	střední	pomalé	střední	rychlá	rychlé	malé	pomalá	velmi pomalá	slabá	slabá
16	velmi rychlé	velmi rychlé	střední	střední	rychlé	malé	velmi rychlá	střední	slabá	slabá

17	velmi rychlé	rychlé	střední	střední	rychlé	malé	velmi rychlá	střední	velmi slabá	slabá
18	pomalé	pomalé	pomalá	pomalá	střední	žádné	střední	pomalá	slabá	slabá
19	rychlé	rychlé	střední	střední	střední	malé	střední	střední	slabá	slabá
20	velmi rychlé	velmi rychlé	střední	střední	rychlé	malé	velmi rychlá	střední	velmi slabá	slabá
21	velmi rychlé	rychlé	střední	střední	rychlé	malé	velmi rychlá	střední	velmi slabá	slabá
22	velmi rychlé	velmi rychlé	střední	střední	velmi rychlé	malé	velmi rychlá	rychlá	velmi slabá	slabá
23	rychlé	rychlé	střední	střední	rychlé	malé	rychlá	střední	slabá	slabá
24	velmi rychlé	rychlé	rychlá	střední	rychlé	malé	velmi rychlá	střední	velmi slabá	slabá
25	střední	rychlé	velmi pomalá	pomalá	střední	malé	pomalá	rychlá	výborný	velmi dobrá
26	rychlé	rychlé	střední	pomalá	rychlé	malé	rychlá	pomalá	výborný	velmi dobrá
27	střední	rychlé	střední	pomalá	střední	malé	střední	rychlá	výborný	velmi dobrá
28	rychlé	velmi rychlé	pomalá	pomalá	rychlé	malé	střední	velmi rychlá	výborný	velmi dobrá
29	střední	rychlé	pomalá	střední	střední	malé	pomalá	rychlá	výborný	velmi dobrá
30	rychlé	rychlé	střední	pomalá	rychlé	malé	rychlá	střední	výborný	velmi dobrá

31	střední	rychlé	střední	střední	střední	malé	pomalá	rychlá	výborný	velmi dobrá
32	rychlé	rychlé	střední	velmi pomalá	střední	malé	rychlá	střední	výborný	velmi dobrá
33	střední	velmi rychlé	střední	střední	velmi rychlé	malé	velmi rychlá	rychlá	výborný	velmi dobrá

Pozn.: Index R je schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti, index OMMC je celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie.

Tabulka zobrazuje vyhodnocení měřených vzorků na přístroji MMT v listopadu 2014. Jsou zde indexy popisující charakteristiku měřené textilie, kterými jsou: doba navlhčení (WTT/WTB), savost (TAR/BAR), maximální rádius navlhčení (MWRT/MWRB) a rychlost šíření kapaliny (TSS/BSS), které měří horní a spodní stranu textilie, dalšími indexy jsou schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti (R) a celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC).

## 2.5. Vyhodnocení měřených vzorků (duben 2015)

Tabulka 6 Zpracované výsledky ve slovním podání

Vzorek	Doba navlhčení		Savost		Max. rádius navlhčení		Rychlost šíření kapaliny		R	OMMC
	horní strana	spodní strana	horní strana	spodní strana	horní strana	spodní strana	horní strana	spodní strana		
7	střední	žádné	rychlá	velmi pomalá	žádné	žádné	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá
8	střední	pomalé	velmi rychlá	pomalá	žádné	žádné	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá
9	střední	pomalé	velmi rychlá	pomalá	žádné	žádné	velmi pomalá	velmi pomalá	výborný	dobrá

10	střední	střední	rychlá	velmi pomalá	žádné	žádné	velmi pomalá	velmi pomalá	výborný	dobrá
11	střední	pomalé	velmi rychlá	pomalá	malé	malé	velmi pomalá	velmi pomalá	dobrá	slabá
12	střední	pomalé	rychlá	velmi pomalá	rychlé	malé	pomalá	velmi pomalá	slabá	velmi slabá
13	střední	střední	velmi rychlá	velmi pomalá	malé	malé	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi dobrá	slabá
14	střední	pomalé	střední	pomalá	žádné	malé	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi slabá	velmi slabá
15	střední	střední	rychlá	pomalá	střední	střední	velmi pomalá	velmi pomalá	velmi dobrá	dobrá
16	velmi rychlé	rychlé	pomalá	střední	rychlé	rychlé	velmi rychlá	velmi rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
17	velmi rychlé	rychlé	střední	střední	velmi rychlé	velmi rychlé	velmi rychlá	velmi rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
18	velmi rychlé	rychlé	pomalá	střední	rychlé	rychlé	rychlá	rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
19	rychlé	rychlé	pomalá	střední	střední	rychlé	rychlá	rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
20	velmi rychlé	velmi rychlé	pomalá	střední	velmi rychlé	velmi rychlé	velmi rychlá	velmi rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
21	velmi rychlé	rychlé	pomalá	střední	rychlé	velmi rychlé	velmi rychlá	rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
22	velmi rychlé	velmi rychlé	střední	střední	velmi rychlé	velmi rychlé	velmi rychlá	velmi rychlá	velmi dobrá	Velmi dobrá

23	rychlé	rychlé	pomalá	střední	rychlé	rychlé	rychlá	rychlá	dobrá	dobrá
24	rychlé	velmi rychlé	střední	střední	rychlé	velmi rychlé	velmi rychlá	velmi rychlá	dobrá	dobrá
25	střední	velmi rychlé	velmi pomalá	střední	rychlé	rychlé	pomalá	rychlá	výborný	velmi dobrá
26	rychlé	rychlé	pomalá	střední	rychlé	rychlé	rychlá	rychlá	dobrá	dobrá
27	rychlé	rychlé	pomalá	střední	střední	rychlé	rychlá	velmi rychlá	velmi dobrá	výborný
28	střední	velmi rychlé	velmi pomalá	pomalá	malé	střední	velmi pomalá	velmi rychlá	výborný	velmi dobrá
29	střední	velmi rychlé	velmi pomalá	pomalá	malé	střední	pomalá	velmi rychlá	výborný	velmi dobrá
30	střední	střední	pomalá	střední	rychlé	velmi rychlé	střední	rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
31	střední	velmi rychlé	pomalá	pomalá	rychlé	rychlé	pomalá	rychlá	výborný	velmi dobrá
32	rychlé	velmi rychlé	pomalá	střední	rychlé	střední	rychlá	rychlá	velmi dobrá	velmi dobrá
33	střední	střední	rychlá	střední	velmi rychlé	rychlé	střední	rychlá	výborný	velmi dobrá

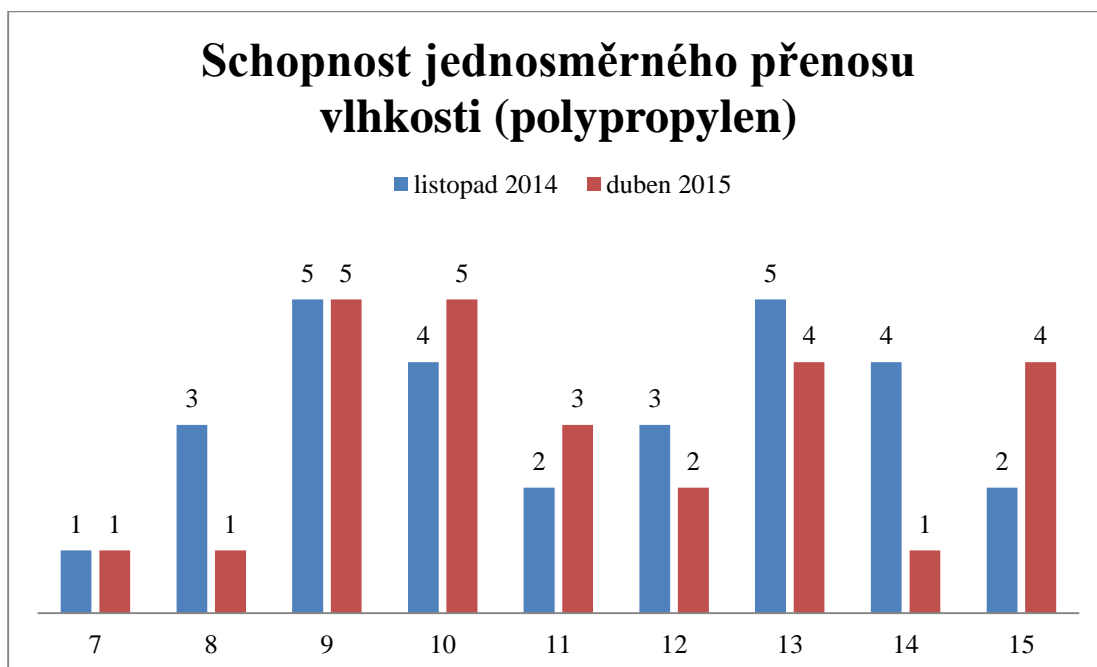
Pozn.: Index R je schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti, index OMMC je celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie.

Tabulka zobrazuje vyhodnocení měřených vzorků na přístroji MMT v dubnu 2015. Jsou zde indexy popisující charakteristiku měřené textilie, kterými jsou: doba navlhčení (WTT/WTB), savost (TAR/BAR), maximální rádius navlhčení (MWRT/MWRB) a rychlost šíření kapaliny (TSS/BSS), které měří horní a spodní stranu textilie, dalšími

indexy jsou schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti (R) a celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC).

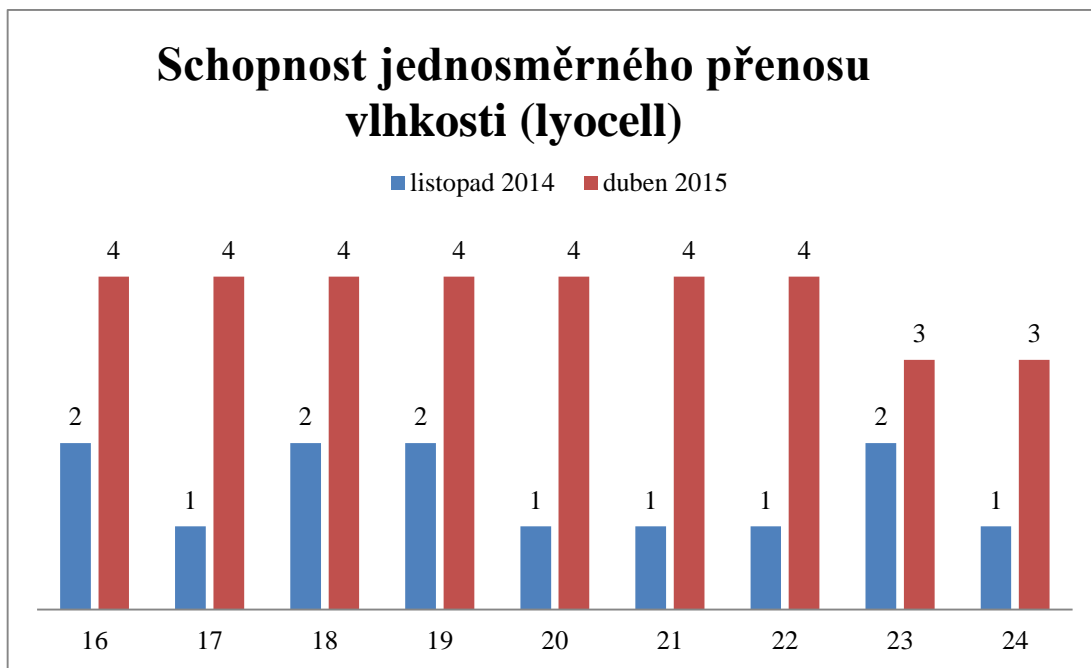
## 2.6. Vyjádření výsledků pomocí grafů

V následujících grafech je zobrazení dvou indexů, kterými jsou schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti (R) a celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC). Porovnávají se zde vzorky z hlediska materiálového složení (polypropylen, lyocell a polyester) za jednotlivá období (listopad 2014 a duben 2015). Vodorovná osa zobrazuje číslo vzorku a svislá osa zobrazuje stupeň hodnocení 1 - 5. Stupeň 1 - velmi slabá, stupeň 2 - slabá, stupeň 3 - dobrá, stupeň 4 - velmi dobrá a stupeň 5 - výborný.



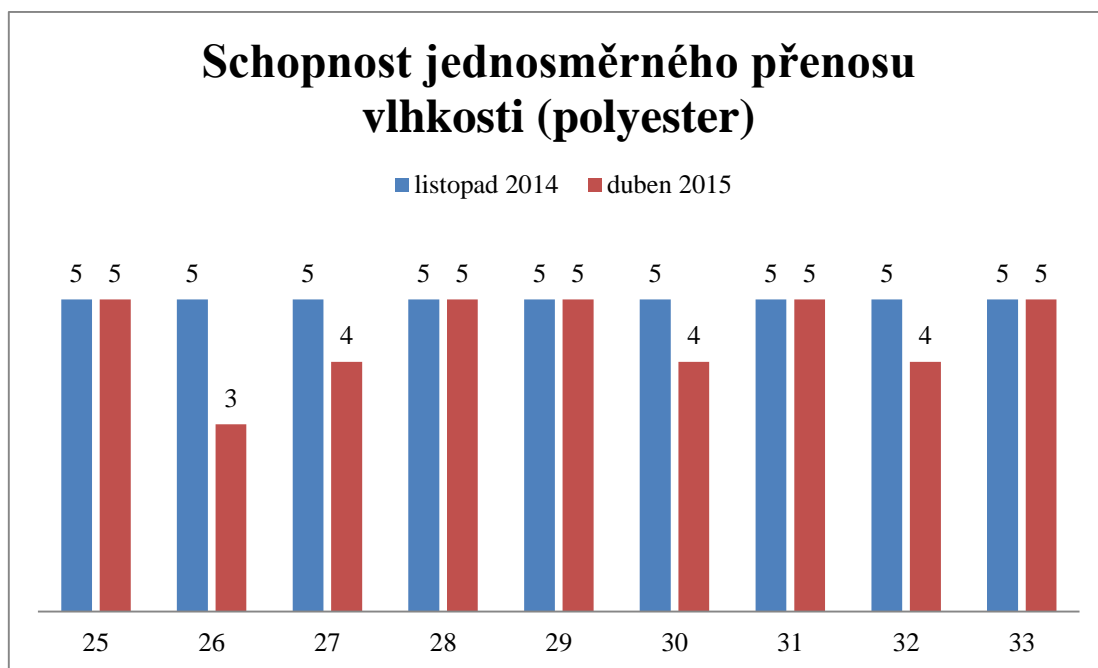
Graf 1 Porovnání schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti (R) u polypropylenů

V grafu se zkoumají polypropylenové vzorky za daná období. U vzorků č. 7 je schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti velmi slabá, u vzorků č. 8 je za listopad dobrá a za duben velmi slabá, u vzorků č. 9 je za obě období výborná. U dalších vzorků (10 - 15) je schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti odlišná. Z grafu je u polypropylenových vzorků zřejmá odlišnost měření za jednotlivá období.



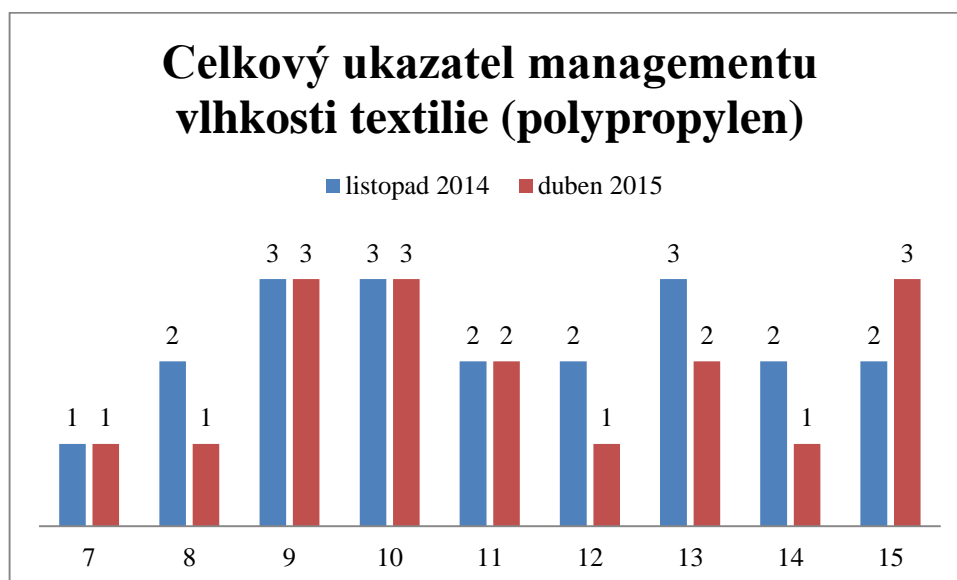
**Graf 2 Porovnání schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti (R) u lyocellu**

V následujícím grafu jsou zkoumány lyocellové vzorky z hlediska schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti za daná období. Z grafu je viditelné, že vzorky z listopadu 2014 jsou výrazně odlišné od vzorků z dubna 2015. Z listopadu 2014 je schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti hodnocena stupněm velmi slabá a slabá, u vzorků za duben 2015 je hodnocena jako dobrá a velmi dobrá. U lyocellových vzorků je patrné, že hodnoty se pohybují většinou na stejné hladině a výrazně se neliší. Patrný rozdíl je v měření za různá období.



**Graf 3 Porovnání schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti (R) u polyesteru**

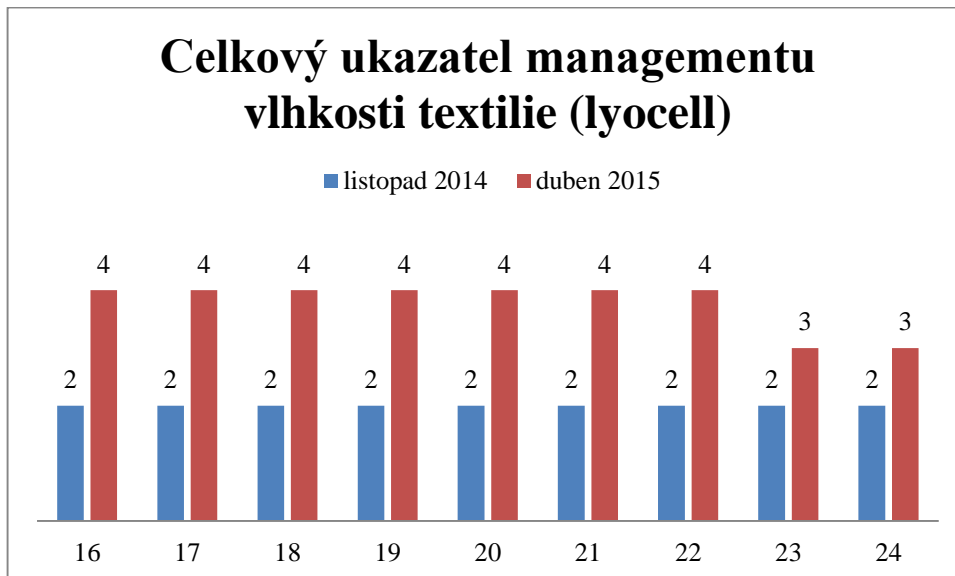
Polyesterové vzorky zkoumané z hlediska schopnosti jednosměrného přenosu vlhkosti za daná období zobrazují velmi podobné hodnoty za daná období. Vzorky měřené v listopadu 2014 mají všechny stejný stupeň hodnocení - výborný. Vzorky měřené v dubnu 2015 se mírně liší, jsou zde hodnocení dobrá, velmi dobrá a výborný. Porovnání polyesterových vzorků je takřka shodné než u předchozích materiálů.



**Graf 4 Porovnání celkového ukazatele managementu vlhkosti textilie (OMMC) u polypropylenu**

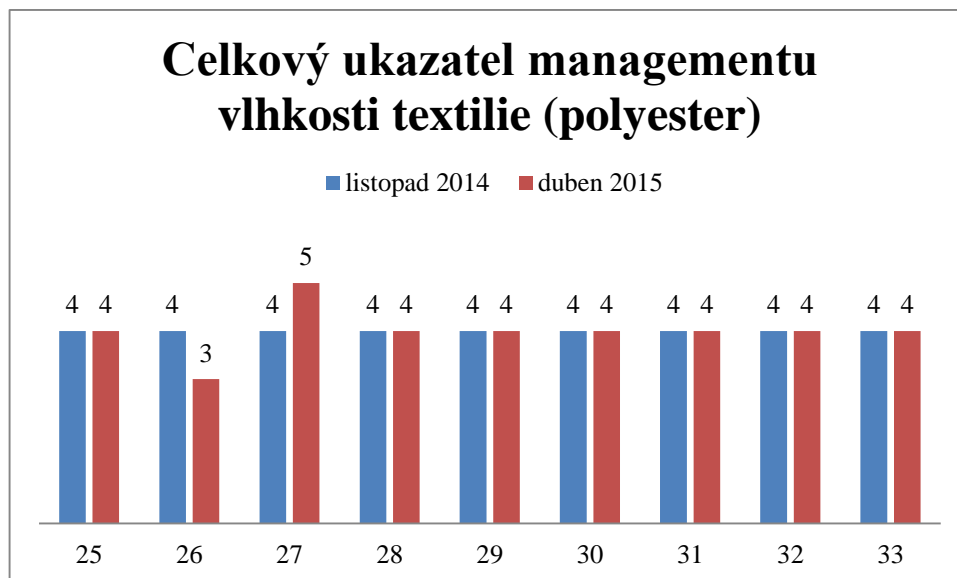


Následující graf porovnává celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie u polypropylenových vzorků. U jednotlivých vzorků je stupeň hodnocení odlišný. Jsou tu stupně velmi slabá, slabá a dobrá.



**Graf 5 Porovnání celkového ukazatele managementu vlhkosti textilie (OMMC) u lyocellu**

V následujícím grafu jsou zkoumány lyocellové vzorky z hlediska celkového managementu vlhkosti textilie za daná období. Z grafu je viditelné, že vzorky z listopadu 2014 jsou výrazně odlišné od vzorků z dubna 2015. Z listopadu 2014 je celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie hodnocen pouze stupněm slabá, u vzorků za duben 2015 je hodnocen jako dobrá a velmi dobrá. U lyocellových vzorků je patrné, že hodnoty se pohybují většinou na stejné hladině a výrazně se neliší. Patrný rozdíl je v měření za různá období.



**Graf 6** Porovnání celkového ukazatele managementu vlhkosti textilie (OMMC) u polyesteru

Polyesterové vzorky zkoumané z hlediska celkového ukazatele managementu vlhkosti textilie za daná období zobrazují velice podobné hodnoty. Vzorky měřené v listopadu 2014 mají všechny stejný stupeň hodnocení - velmi dobrá. Vzorky měřené v dubnu 2015 se mírně liší, jsou zde hodnocení dobrá, velmi dobrá a výborný. Porovnání polyesterových vzorků je takřka shodné než u předchozích materiálů.

## **Závěr**

Cílem práce bylo porovnat výsledky za 2 období měření, za listopad 2014 a duben 2015. Dále uvést výhody a nevýhody přístroje MMT.

Tato práce je zaměřena na transport vlhkosti ve vybraných textiliích, kterými byly textilie polypropylen, lyocell a polyester v různých vazbách (plátno, kepr, atlas).

Teoretická část je zaměřena na popis přístroje MMT, jeho využití a způsob vyhodnocení vzorků, na fyziologické vlastnosti z hlediska propustnosti vody a vodních par a na fyziologické vlastnosti oděvů.

V experimentální části jsou jednotlivé vzorky popsány a hodnoceny. Vzorků bylo celkem 27 s odlišným materiálovým složením a vazbou. Experiment se prováděl v sérii vzorků po třech, ze kterých se provedla statistická charakteristika, a následně se výsledky vyhodnotily do tabulky. Indexy popisující charakteristiku měřené textilie, uvedené v tabulce jsou: doba navlhčení (WTT/WTB), savost (TAR/BAR), maximální rádius navlhčení (MWRT/MWRB) a rychlost šíření kapaliny (TSS/BSS), které měří horní a spodní stranu textilie, dalšími indexy jsou schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti (R) a celkový ukazatel managementu vlhkosti textilie (OMMC).

V grafickém vyjádření se zkoumaly indexy R - schopnost jednosměrného přenosu vlhkosti a OMMC - celkový ukazatel managementu vlhkosti.

Bylo zjištěno, že výsledky z listopadu 2014 a dubnu 2015 byly odlišné, ale podobné.

Jako výhodu přístroje MMT bych uvedla poskytnutí komplexních informací o komfortu, schopnost sledovat šíření vlhkosti po obou stranách měřených vzorků a také průchod vlhkosti z jedné strany textilie na druhou. Podává dostatek podrobných informací. Software spojený s přístrojem je kvalitní a poskytuje grafy, na kterých je znázorněn přenos vlhkosti.

Jako nevýhodu bych uvedla, že přístroj je drahý a náročný na opravy, není zde v Česku mnoho odborníků na přístroj MMT. K přístroji je dodáván manuál, ale jiné informace je už složitější dohledat.

## Seznam použité literatury

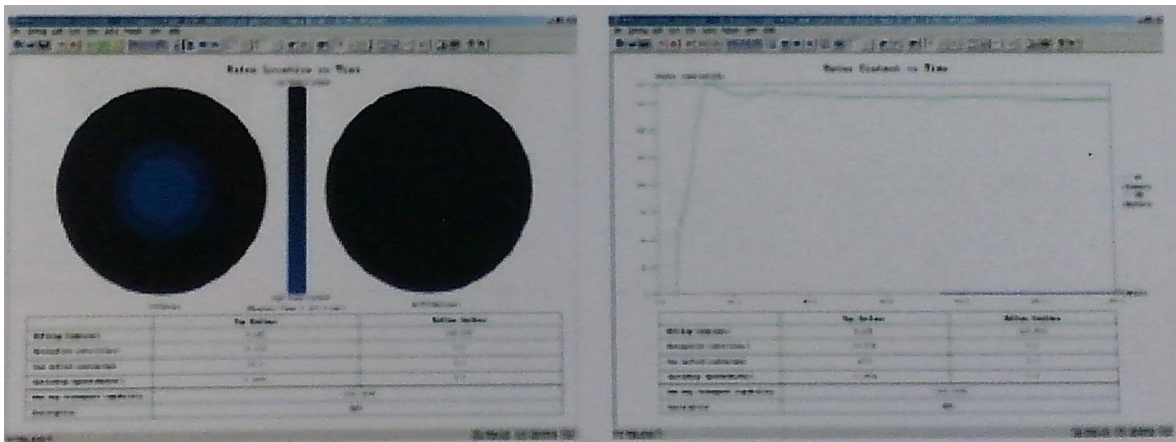
- [1] MOISTURE MANAGEMENT TESTER. SDL ATLAS. 2010, DOI: M290 MMT.
- [2] Katedra oděvnictví. *Fyziologické vlastnosti oděvních materiálů II* [online]. Dostupné z: [http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM\\_prednaska8\\_2012.pdf](http://www.kod.tul.cz/predmety/OM/prednasky/OM_prednaska8_2012.pdf).
- [3] SDL Atlas, Inc. *MMT® (Moisture Management Tester)* [online]. Dostupné z: [www.sdlatlas.com](http://www.sdlatlas.com).
- [4] AATCC Test Method 195-2012. *Liquid Moisture Management Properties of Textile Fabrics*. [online]. Dostupné z: [https://www.aatcc.org/Technical/Test\\_Methods/scopes/tm195.cfm](https://www.aatcc.org/Technical/Test_Methods/scopes/tm195.cfm)
- [5] Electronics Standards Network [online]. Dostupné z: <http://www.dzbbw.com/down/02112012/117991.html>
- [6] Normservis, s. r. o. *Technické normy a publikace z celého světa* [online]. Dostupné z: <https://eshop.normservis.cz/norma/gb-t-21655-2-2009-1.2.2010.html>
- [7] NETME Centre. Centrum nových technologií pro strojírenství. *Aktuality* [online]. Dostupné z: <http://www.netme.cz/aktualita/13/Tepeln%C3%BD%20manek%C3%BDn%20hodnot%C3%AD%20komfort%20prost%C5%99ed%C3%AD%20a%C2%A0oble%C4%8Den%C3%AD>
- [8] Measurement technology northwest. *Thermal Measurement Systems* [online]. Dostupné z: <http://thermal.mtnw-usa.com/products/adam-advanced-thermal-manikin>
- [9] Wikipedia, The Free Encyclopedia. *HVAC* [online]. Dostupné z: <http://en.wikipedia.org/wiki/HVAC>
- [10] MRAZÍKOVÁ, I. *VAZBY TKANIN LISTOVÉ základní, odvozené a složené*. 1. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2002. ISBN 80-7083-627-X.
- [11] DOSTALOVÁ, M. a M. KŘIVÁNKOVÁ. *Základy textilní a oděvní výroby*. 3. vyd. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2004. ISBN 80-7083-831-0.
- [12] PILLER, B. a O. LEVINSKÝ. *Malá encyklopedie textilních materiálů*. 2. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1982.
- [13] Wikipedia, Otevřená encyklopedie. *Lyocell* [online]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Lyocell>

- [14] Wikipedia, Otevřená encyklopedie. *Polypropylenová vlákna* [online]. Dostupné z:  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Polypropylenov%C3%A1\\_vl%C3%A1kna](http://cs.wikipedia.org/wiki/Polypropylenov%C3%A1_vl%C3%A1kna)

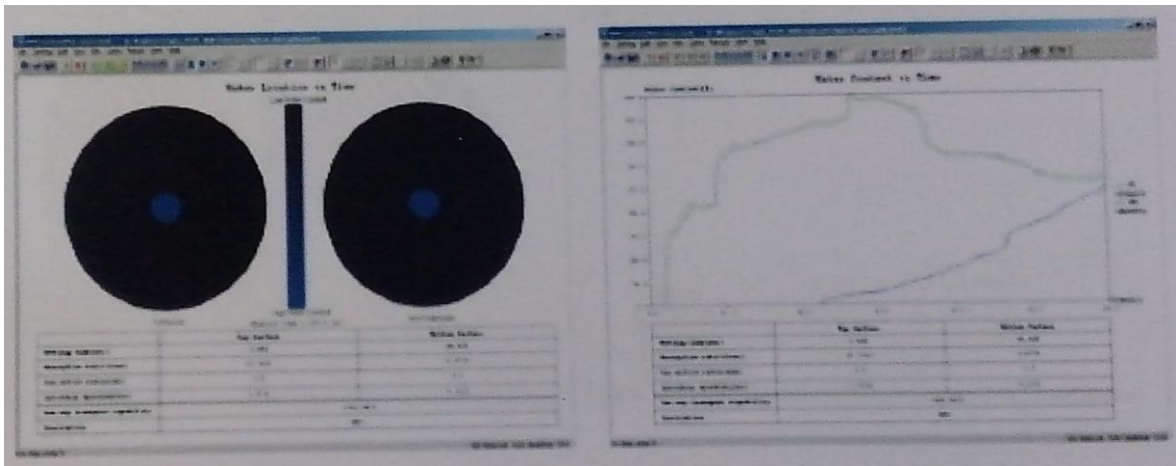
## Seznam příloh

Příloha 1 Voděodolné textilie.....	55
Příloha 2 Vodu odpuzující textilie .....	55
Příloha 3 Pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie .....	55
Příloha 4 Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie .....	56
Příloha 5 Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie .....	56
Příloha 6 Vodě propustné textilie.....	56
Příloha 7 Textilie s managementem vlhkosti .....	57
Příloha 8 Naměřené výsledky a jejich statistické charakteristiky (listopad 2014) .....	57
Příloha 9 Naměřené výsledky a jejich statistické charakteristiky (duben 2015).....	61

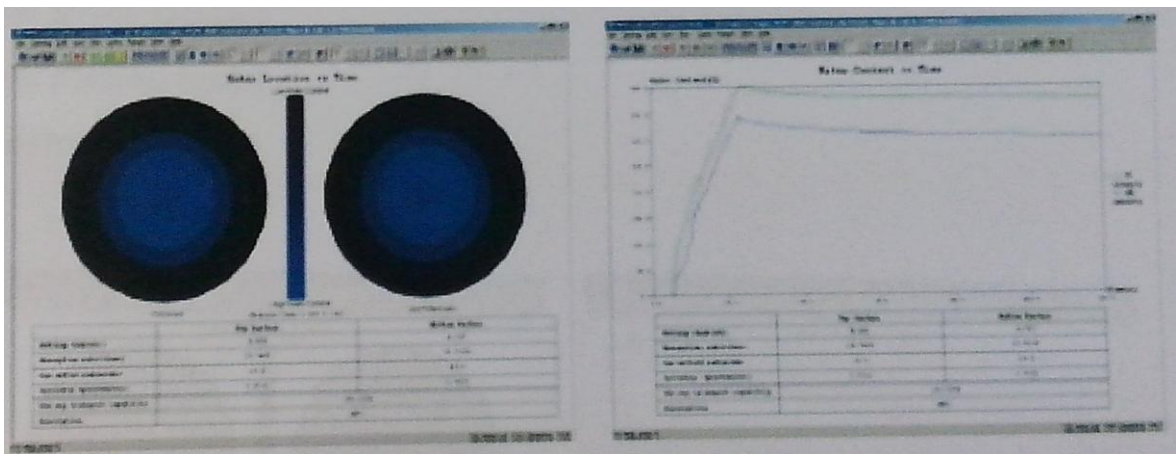
Příloha 1 Voděodolné textilie



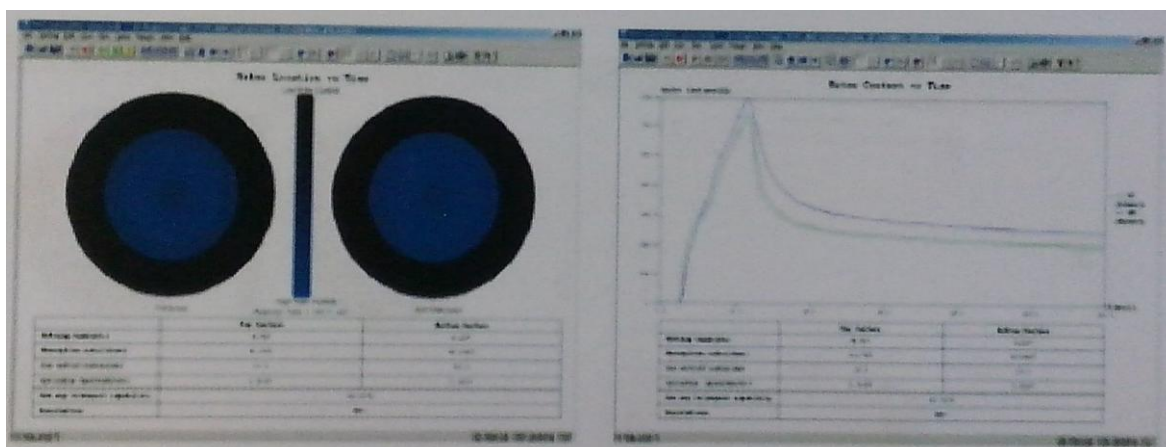
Příloha 2 Vodu odpuzující textilie



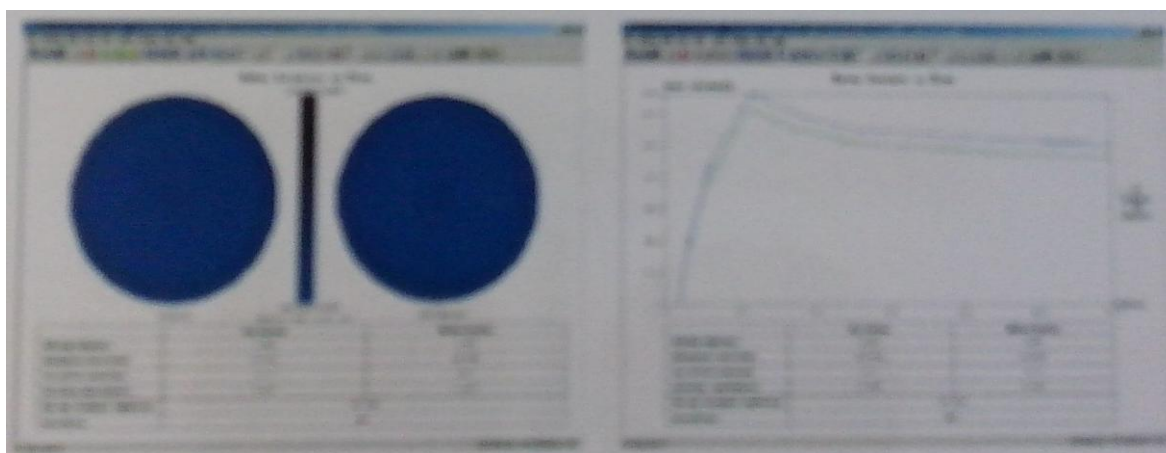
Příloha 3 Pomalu absorbující a pomalu schnoucí textilie



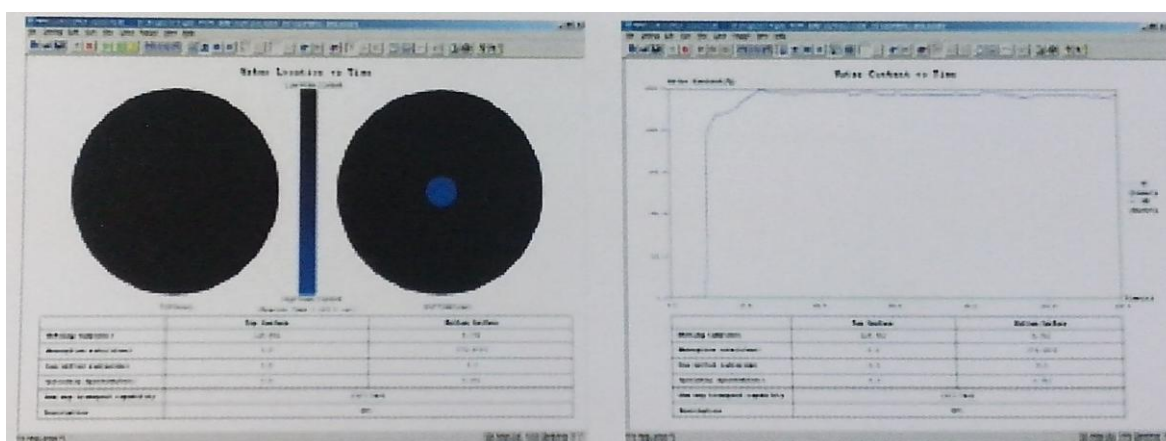
#### Příloha 4 Rychle absorbující a pomalu schnoucí textilie



## Příloha 5 Rychle absorbující a rychle schnoucí textilie



## Příloha 6 Vodě propustné textilie





## Příloha 7 Textilie s managementem vlhkosti



## Příloha 8 Naměřené výsledky a jejich statistické charakteristiky (listopad 2014)

Vzorek		WTT	WTB	TAR	BAR	MWRT	MWRB	TSS	BSS	R	OMMC
7	1	5,62	120,00	30,39	0,00	5	0	0,86	0,00	-586,78	0,00
	2	6,18	120,00	74,98	0,00	10	0	0,88	0,00	-728,55	0,00
	3	8,52	12,54	35,31	30,29	25	10	1,81	0,72	-124,99	0,06
Průměr		6,77	84,18	46,89	10,10	13,33	3,33	1,19	0,24	-480,10	0,02
Sm. odch.		1,54	62,04	24,45	17,49	10,41	5,77	0,54	0,42	315,60	0,03
var. koef.		439,83	135,69	191,78	57,74	128,10	57,74	218,20	57,74	-152,12	57,74
8	1	9,08	17,88	54,92	64,71	25	10	1,74	0,83	24,80	0,24
	2	8,52	8,80	280,59	16,71	10	5	0,65	0,56	-132,80	0,02
	3	16,85	10,48	302,32	4,19	5	5	0,29	0,47	541,16	0,50
Průměr		11,48	12,39	212,61	28,53	13,33	6,67	0,90	0,62	144,39	0,25
Sm. odch.		4,66	4,83	137,00	31,95	10,41	2,89	0,76	0,19	352,54	0,24
var. koef.		246,61	256,45	155,19	89,31	128,10	230,94	118,74	326,21	40,96	104,20
9	1	0,19	3,84	27,72	20,13	30	10	19,68	2,08	313,53	0,52
	2	8,61	6,83	10,60	69,97	15	10	1,36	0,99	295,29	0,55
	3	11,23	7,77	20,00	76,71	10	10	0,84	0,91	859,52	0,69
Průměr		6,68	6,15	19,44	55,60	18,33	10,00	7,29	1,33	489,45	0,59
Sm. odch.		5,77	2,05	8,57	30,91	10,41	0,00	10,73	0,65	320,62	0,09
var. koef.		115,70	299,38	226,82	179,90	176,14	0,00	67,94	204,39	152,66	670,52
10	1	8,80	14,70	57,85	3,62	10	10	0,63	0,45	436,92	0,50
	2	0,19	2,81	14,36	11,92	25	10	18,60	2,00	647,69	0,59
	3	7,86	9,36	49,43	67,07	25	10	2,40	1,30	68,61	0,32

<b>Průměr</b>		5,62	8,95	40,55	27,54	20,00	10,00	7,21	1,25	384,41	0,47
<b>Sm. odch.</b>		4,72	5,95	23,06	34,49	8,66	0,00	9,90	0,77	293,09	0,14
<b>var. koef.</b>		118,86	150,40	175,80	79,84	230,94	0,00	72,83	161,62	131,16	335,61
<b>11</b>	1	8,05	16,29	56,92	38,39	30	20	3,33	2,28	-114,38	0,19
	2	11,51	17,13	145,33	159,02	20	10	1,27	0,68	49,69	0,36
	3	8,14	8,24	72,07	58,02	15	10	2,08	1,38	108,51	0,34
<b>Průměr</b>		9,24	13,88	91,44	85,14	21,67	13,33	2,23	1,45	14,61	0,30
<b>Sm. odch.</b>		1,97	4,91	47,28	64,73	7,64	5,77	1,04	0,80	115,51	0,10
<b>var. koef.</b>		467,98	282,85	193,40	131,54	283,68	230,94	214,28	179,98	12,64	308,47
<b>12</b>	1	8,05	43,28	64,22	14,41	10	10	0,71	0,40	-455,52	0,01
	2	8,89	10,95	43,89	79,61	15	10	1,50	1,09	650,59	0,70
	3	7,68	6,55	29,28	18,74	20	10	1,92	1,28	198,07	0,32
<b>Průměr</b>		8,21	20,26	45,80	37,59	15,00	10,00	1,38	0,92	131,05	0,35
<b>Sm. odch.</b>		0,62	20,05	17,55	36,46	5,00	0,00	0,62	0,46	556,09	0,34
<b>var. koef.</b>		1316,58	101,03	261,01	103,10	300,00	0,00	223,19	198,92	23,57	100,14
<b>13</b>	1	6,55	7,58	41,94	50,18	15	10	1,75	1,22	150,70	0,35
	2	9,97	11,93	35,21	32,35	15	10	1,01	0,62	347,62	0,50
	3	9,36	2,34	105,35	12,34	20	10	1,71	2,21	735,85	0,61
<b>Průměr</b>		8,63	7,29	60,84	31,62	16,67	10,00	1,49	1,35	411,39	0,49
<b>Sm. odch.</b>		1,82	4,80	38,70	18,93	2,89	0,00	0,42	0,80	297,74	0,13
<b>var. koef.</b>		473,41	151,66	157,19	167,04	577,35	0,00	358,13	168,83	138,17	382,53
<b>14</b>	1	12,36	108,78	318,13	3,70	5	5	0,40	0,05	355,54	0,45
	2	11,05	9,55	21,48	14,10	25	10	1,90	0,85	237,50	0,33
	3	8,33	11,14	20,50	93,23	15	10	1,22	0,79	40,02	0,33
<b>Průměr</b>		10,58	43,16	120,04	37,01	15,00	8,33	1,17	0,56	211,02	0,37
<b>Sm. odch.</b>		2,05	56,84	171,55	48,96	10,00	2,89	0,75	0,45	159,42	0,07
<b>var. koef.</b>		515,25	75,93	69,97	75,59	150,00	288,68	156,30	125,42	132,37	537,09
<b>15</b>	1	13,57	11,05	28,86	91,37	20	10	1,53	0,82	0,88	0,28
	2	8,14	23,59	71,10	88,15	20	10	1,08	0,40	103,33	0,39
	3	7,68	40,06	14,75	69,95	25	10	1,26	0,75	-239,88	0,17
<b>Průměr</b>		9,80	24,90	38,24	83,16	21,67	10,00	1,29	0,65	-45,22	0,28
<b>Sm. odch.</b>		3,28	14,55	29,32	11,55	2,89	0,00	0,23	0,22	176,18	0,11
<b>var. koef.</b>		298,94	171,09	130,39	719,94	750,56	0,00	569,05	292,85	-25,67	252,23
<b>16</b>	1	2,43	2,62	35,72	34,02	20	10	4,25	2,94	-29,71	0,25
	2	2,81	2,81	36,11	36,88	20	10	4,24	2,76	-18,69	0,26
	3	2,81	2,81	35,92	36,68	20	10	4,26	2,86	-23,99	0,23
<b>Průměr</b>		2,68	2,75	35,92	35,86	20,00	10,00	4,25	2,85	-24,13	0,24
<b>Sm. odch.</b>		0,22	0,11	0,20	1,60	0,00	0,00	0,01	0,09	5,51	0,02
<b>var. koef.</b>		1242,69	2543,12	18324,21	2240,99	0,00	0,00	37319,13	3122,25	-437,68	1526,42
<b>17</b>	1	2,62	2,90	48,47	44,52	20	10	4,46	2,78	-91,16	0,24

	2	2,81	3,56	42,72	42,30	20	10	4,21	2,67	-55,64	0,23
	3	2,81	3,28	49,07	49,34	25	10	4,58	2,66	-66,25	0,25
<b>Průměr</b>		2,75	3,24	46,75	45,39	21,67	10,00	4,42	2,70	-71,02	0,24
<b>Sm. odch.</b>		0,11	0,33	3,51	3,60	2,89	0,00	0,19	0,07	18,23	0,01
<b>var. koef.</b>		2529,29	985,86	1333,31	1260,77	750,56	0,00	2357,62	4016,47	-389,45	2443,40
<b>18</b>	1	120,00	120,00	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	38,87	0,10
	2	2,71	2,53	37,02	36,83	20	10	4,02	2,96	19,54	0,31
	3	2,86	3,23	34,78	37,66	20	10	3,81	2,55	41,40	0,31
<b>Průměr</b>		41,86	41,92	23,93	24,83	13,33	6,67	2,61	1,84	33,27	0,24
<b>Sm. odch.</b>		67,67	67,62	20,76	21,51	11,55	5,77	2,26	1,60	11,96	0,12
<b>var. koef.</b>		61,85	61,99	115,30	115,45	115,47	115,47	115,35	114,56	278,27	195,81
<b>19</b>	1	3,74	3,37	36,33	38,01	15	10	2,86	2,34	59,50	0,31
	2	3,75	3,28	38,40	38,51	15	10	3,01	2,35	40,86	0,29
	3	3,18	3,56	34,57	39,18	15	10	2,97	2,17	57,32	0,30
<b>Průměr</b>		3,56	3,40	36,43	38,56	15,00	10,00	2,95	2,29	52,56	0,30
<b>Sm. odch.</b>		0,32	0,14	1,91	0,59	0,00	0,00	0,08	0,10	10,19	0,01
<b>var. koef.</b>		1097,32	2375,57	1902,79	6548,31	0,00	0,00	3717,29	2267,95	515,86	3056,32
<b>20</b>	1	2,90	2,71	34,12	34,80	20	10	4,27	2,86	-7,68	0,27
	2	2,62	3,00	42,16	38,99	25	10	5,02	2,81	-89,73	0,23
	3	2,72	2,81	43,68	38,69	20	10	4,70	3,20	-98,70	0,26
<b>Průměr</b>		2,75	2,84	39,98	37,49	21,67	10,00	4,66	2,96	-65,37	0,26
<b>Sm. odch.</b>		0,14	0,14	5,14	2,34	2,89	0,00	0,37	0,21	50,17	0,02
<b>var. koef.</b>		1919,72	1984,73	778,12	1605,18	750,56	0,00	1244,62	1419,47	-130,31	1234,75
<b>21</b>	1	2,90	3,09	42,99	40,75	20	10	4,20	2,57	-48,41	0,23
	2	2,71	3,00	43,17	40,82	20	10	4,48	2,79	-52,71	0,23
	3	2,81	3,56	42,72	42,30	20	10	4,21	2,67	-55,25	0,23
<b>Průměr</b>		2,81	3,21	42,96	41,29	20,00	10,00	4,30	2,68	-52,13	0,23
<b>Sm. odch.</b>		0,09	0,30	0,23	0,88	0,00	0,00	0,16	0,11	3,46	0,00
<b>var. koef.</b>		3002,84	1067,57	18859,49	4710,35	0,00	0,00	2710,77	2529,50	-1506,19	6143,58
<b>22</b>	1	2,62	2,81	50,49	44,07	25	10	5,05	3,04	-97,08	0,26
	2	2,71	2,71	49,26	44,62	25	10	5,05	3,03	-94,25	0,27
	3	2,62	2,71	49,32	44,77	25	10	5,28	2,99	-95,67	0,26
<b>Průměr</b>		2,65	2,75	49,69	44,49	25,00	10,00	5,13	3,02	-95,67	0,26
<b>Sm. odch.</b>		0,05	0,05	0,70	0,37	0,00	0,00	0,13	0,02	1,41	0,00
<b>var. koef.</b>		4939,14	5058,57	7142,36	12161,76	0,00	0,00	3899,12	13327,89	-6771,13	22539,03
<b>23</b>	1	3,09	3,18	43,44	41,87	20	10	3,88	2,53	-34,56	0,23
	2	3,37	3,46	43,44	42,65	20	10	3,74	2,34	-29,07	0,23
	3	2,90	3,18	43,32	41,76	20	10	3,94	2,49	-32,47	0,23
<b>Průměr</b>		3,12	3,28	43,40	42,09	20,00	10,00	3,85	2,45	-32,03	0,23
<b>Sm. odch.</b>		0,24	0,16	0,07	0,49	0,00	0,00	0,10	0,10	2,77	0,00

<b>var. koef.</b>		1321,86	2019,08	63611,69	8661,53	0,00	0,00	3729,66	2445,70	-1156,25	5666,41
<b>24</b>	1	3,00	3,18	51,31	47,49	25	10	4,40	2,70	-44,36	0,25
	2	2,81	3,00	51,18	46,37	20	10	4,20	2,71	-52,26	0,24
	3	2,90	2,90	51,38	47,00	20	10	4,17	2,71	-60,51	0,25
<b>Průměr</b>		2,90	3,03	51,29	46,95	21,67	10,00	4,26	2,70	-52,37	0,25
<b>Sm. odch.</b>		0,09	0,14	0,11	0,56	2,89	0,00	0,13	0,01	8,08	0,00
<b>var. koef.</b>		3103,02	2115,46	48589,24	8351,10	750,56	0,00	3363,59	44491,43	-648,57	5462,91
<b>25</b>	1	8,14	7,68	10,34	3,62	15	10	1,34	2,49	941,10	0,62
	2	6,04	1,40	10,76	37,93	15	10	1,46	5,52	692,95	0,83
	3	13,17	3,46	5,53	45,28	10	10	0,48	3,51	1125,51	0,81
<b>Průměr</b>		9,12	4,18	8,88	28,94	13,33	10,00	1,09	3,84	919,86	0,75
<b>Sm. odch.</b>		3,66	3,20	2,91	22,24	2,89	0,00	0,54	1,54	217,06	0,11
<b>var. koef.</b>		248,85	130,80	305,12	130,14	461,88	0,00	204,08	248,60	423,77	671,63
<b>26</b>	1	3,37	3,84	38,50	21,93	15	10	3,19	1,87	382,38	0,59
	2	3,09	4,49	38,16	24,78	20	10	4,13	2,12	421,95	0,63
	3	3,28	4,77	32,76	22,41	20	10	4,06	2,00	423,21	0,62
<b>Průměr</b>		3,25	4,37	36,47	23,04	18,33	10,00	3,79	1,99	409,18	0,61
<b>Sm. odch.</b>		0,14	0,48	3,22	1,53	2,89	0,00	0,52	0,12	23,22	0,02
<b>var. koef.</b>		2268,57	909,52	1132,23	1508,23	635,09	0,00	722,77	1636,32	1762,32	2522,12
<b>27</b>	1	5,52	4,68	44,39	37,35	15	10	3,21	3,11	469,63	0,75
	2	6,08	1,78	38,59	32,20	15	10	2,03	4,93	815,65	0,81
	3	6,83	2,81	33,66	17,52	10	10	1,26	3,74	1097,26	0,75
<b>Průměr</b>		6,15	3,09	38,88	29,03	13,33	10,00	2,17	3,93	794,18	0,77
<b>Sm. odch.</b>		0,66	1,47	5,37	10,29	2,89	0,00	0,98	0,92	314,36	0,04
<b>var. koef.</b>		934,49	209,94	723,96	282,05	461,88	0,00	220,61	426,38	252,63	2190,01
<b>28</b>	1	4,68	2,48	16,62	12,57	30	10	2,74	3,57	624,26	0,72
	2	4,49	1,50	28,70	41,20	15	10	2,12	5,35	924,01	0,84
	3	5,15	1,78	11,93	15,45	20	10	2,18	4,93	799,33	0,77
<b>Průměr</b>		4,77	1,92	19,08	23,07	21,67	10,00	2,34	4,62	782,54	0,77
<b>Sm. odch.</b>		0,34	0,51	8,65	15,76	7,64	0,00	0,34	0,93	150,58	0,06
<b>var. koef.</b>		1414,85	378,89	220,58	146,37	283,68	0,00	679,84	497,90	519,68	1332,56
<b>29</b>	1	7,40	4,03	19,88	47,02	15	10	1,40	3,27	1007,96	0,79
	2	4,12	3,84	11,89	15,16	20	10	2,37	3,30	821,82	0,71
	3	6,18	2,15	16,30	47,11	10	10	1,24	4,27	1027,59	0,85
<b>Průměr</b>		5,90	3,34	16,02	36,43	15,00	10,00	1,67	3,61	952,46	0,78
<b>Sm. odch.</b>		1,66	1,03	4,01	18,42	5,00	0,00	0,61	0,57	113,56	0,07
<b>var. koef.</b>		356,00	323,85	399,89	197,75	300,00	0,00	272,14	632,36	838,73	1058,88
<b>30</b>	1	4,21	4,59	42,60	12,99	15	10	2,56	3,08	937,32	0,68
	2	6,93	3,37	22,04	13,56	25	10	2,72	2,58	434,10	0,64
	3	3,65	4,03	46,32	34,17	20	10	4,12	2,71	186,28	0,47

<b>Průměr</b>		4,93	3,99	36,99	20,24	20,00	10,00	3,13	2,79	519,23	0,60
<b>Sm. odch.</b>		1,75	0,61	13,08	12,07	5,00	0,00	0,85	0,26	382,69	0,11
<b>var. koef.</b>		281,38	656,20	282,82	167,72	40,00	0,00	366,49	1084,55	135,68	540,02
<b>31</b>	1	5,52	2,90	22,18	45,69	20	10	2,57	3,79	345,76	0,77
	2	8,89	6,55	34,46	40,28	10	10	1,02	2,67	845,68	0,72
	3	5,48	2,53	45,98	14,52	15	10	2,15	4,05	982,15	0,76
<b>Průměr</b>		6,63	3,99	34,21	33,49	15,00	10,00	1,91	3,50	724,53	0,75
<b>Sm. odch.</b>		1,96	2,22	11,90	16,66	5,00	0,00	0,80	0,74	335,04	0,03
<b>var. koef.</b>		338,36	179,61	287,40	201,09	300,00	0,00	238,51	474,80	216,25	2899,06
<b>32</b>	1	3,93	6,37	41,46	8,60	15	10	3,19	1,55	972,97	0,55
	2	3,46	4,21	44,51	3,52	20	10	4,47	1,69	926,92	0,56
	3	4,68	3,28	37,85	10,57	15	10	2,72	3,58	1150,23	0,72
<b>Průměr</b>		4,02	4,62	41,27	7,56	16,67	10,00	3,46	2,27	1016,71	0,61
<b>Sm. odch.</b>		0,61	1,58	3,34	3,64	2,89	0,00	0,91	1,13	117,90	0,10
<b>var. koef.</b>		655,61	291,53	1237,42	207,77	577,35	0,00	381,28	200,51	862,33	635,75
<b>33</b>	1	1,22	1,59	64,22	38,01	30	10	8,93	3,95	284,38	0,70
	2	10,20	2,25	20,79	45,11	10	10	0,78	4,33	996,38	0,85
	3	4,59	2,81	25,63	15,57	30	10	3,59	3,19	290,42	0,58
<b>Průměr</b>		5,34	2,22	36,88	32,89	23,33	10,00	4,43	3,82	523,72	0,71
<b>Sm. odch.</b>		4,54	0,61	23,80	15,42	11,55	0,00	4,14	0,58	409,34	0,14
<b>var. koef.</b>		117,52	363,70	154,96	213,32	1154,70	0,00	107,19	660,07	127,94	518,92

**Příloha 9 Naměřené výsledky a jejich statistické charakteristiky (duben 2015)**

<b>Vzorek</b>		<b>WTT</b>	<b>WTB</b>	<b>TAR</b>	<b>BAR</b>	<b>MWRT</b>	<b>MWRB</b>	<b>TSS</b>	<b>BSS</b>	<b>R</b>	<b>OMMC</b>
<b>7</b>	1	12,82	120,00	38,31	0,00	5	0	0,38	0,00	-380,24	0,00
	2	7,86	120,00	40,69	0,00	5	0	0,62	0,00	-520,56	0,00
	3	8,80	120,00	211,94	0,00	5	0	0,56	0,00	-536,46	0,00
<b>Průměr</b>		9,83	120,00	96,98	0,00	5	0	0,52	0,00	-479,09	0,00
<b>Sm. odch.</b>		2,64	0,00	99,56	0,00	0	0	0,12	0,00	85,97	0,00
<b>var. koef.</b>		372,88	0,00	97,40	0,00	0	0	422,17	0,00	-557,27	0,00
<b>8</b>	1	10,20	23,59	218,41	4,87	5	5	0,48	0,21	-552,00	0,00
	2	7,58	87,61	38,93	37,32	5	5	0,64	0,06	-241,51	0,08
	3	11,70	120,00	65,18	0,00	5	0	0,42	0,00	257,46	0,34
<b>Průměr</b>		9,83	77,07	107,50	14,06	5	3,33	0,52	0,09	-178,68	0,14
<b>Sm. odch.</b>		2,08	49,06	96,94	20,29	0	2,89	0,12	0,11	408,37	0,18
<b>var. koef.</b>		471,52	157,07	110,90	69,31	0	115,47	446,83	81,88	-43,75	77,59
<b>9</b>	1	10,11	7,58	224,15	5,91	5	0	0,49	0,00	253,29	0,34
	2	7,77	21,06	40,97	7,90	5	5	0,63	0,09	406,92	0,50

	3	7,86	71,36	39,09	18,24	5	5	0,62	0,07	580,13	0,52
<b>Průměr</b>		8,58	33,33	101,41	10,69	5	3,33	0,58	0,05	413,45	0,45
<b>Sm. odch.</b>		1,32	33,61	106,31	6,62	0	2,89	0,08	0,05	163,52	0,10
<b>var. koef.</b>		647,72	99,17	95,39	161,45	0	115,47	718,94	112,97	252,85	447,18
<b>10</b>	1	2,62	13,29	32,30	3,40	10	10	1,86	0,47	797,97	0,50
	2	11,42	16,29	57,18	2,95	5	5	0,43	0,31	645,17	0,50
	3	9,64	13,67	73,67	6,74	5	5	0,51	0,33	746,68	0,50
<b>Průměr</b>		7,89	14,41	54,38	4,36	6,67	6,67	0,93	0,37	729,94	0,50
<b>Sm. odch.</b>		4,65	1,63	20,82	2,07	2,89	2,89	0,80	0,09	77,76	0,00
<b>var. koef.</b>		169,68	882,95	261,15	210,63	230,94	230,94	116,30	429,24	938,68	0,00
<b>11</b>	1	10,20	51,34	208,41	2,83	10	15	0,55	0,49	782,15	0,50
	2	7,50	52,84	49,03	57,83	10	10	0,72	0,78	47,52	0,24
	3	13,39	100,92	51,17	8,32	5	0	0,37	0,00	-247,28	0,00
<b>Průměr</b>		10,36	68,37	102,87	23,00	8,33	8,33	0,55	0,42	194,13	0,25
<b>Sm. odch.</b>		2,94	28,20	91,41	30,29	2,89	7,64	0,17	0,39	530,15	0,25
<b>var. koef.</b>		351,98	242,41	112,54	75,91	288,68	109,11	313,55	107,36	36,62	98,81
<b>12</b>	1	11,42	10,39	208,35	16,50	30	15	1,97	0,55	208,79	0,31
	2	7,86	11,05	39,27	9,27	20	15	0,90	0,77	-20,97	0,03
	3	8,24	120,00	42,27	0,00	5	0	0,59	0,00	-166,66	0,00
<b>Průměr</b>		9,17	47,15	96,63	8,59	18,33	10,00	1,15	0,44	7,05	0,11
<b>Sm. odch.</b>		1,95	63,10	96,76	8,27	12,58	8,66	0,72	0,40	189,29	0,17
<b>var. koef.</b>		469,43	74,72	99,86	103,84	145,70	115,47	160,24	110,72	3,73	67,09
<b>13</b>	1	11,14	1,58	228,74	10,51	5	5	0,44	0,66	-16,99	0,04
	2	8,49	5,82	44,24	2,48	10	5	0,63	1,32	367,28	0,49
	3	7,86	7,58	45,23	6,46	15	20	0,80	0,92	620,47	0,50
<b>Průměr</b>		9,16	4,99	106,07	6,48	10	10	0,62	0,97	323,59	0,34
<b>Sm. odch.</b>		1,74	3,08	106,23	4,01	5	8,66	0,18	0,33	320,97	0,26
<b>var. koef.</b>		526,56	161,95	99,84	161,50	200	115,47	347,06	290,74	100,82	129,89
<b>14</b>	1	8,14	36,69	49,99	47,88	10	15	0,77	1,09	207,53	0,40
	2	7,39	64,68	40,47	0,78	5	5	0,66	0,08	-97,23	0,00
	3	7,69	50,19	43,94	3,84	5	5	0,63	0,10	-304,22	0,00
<b>Průměr</b>		7,74	50,52	44,80	17,50	6,67	8,33	0,69	0,42	-64,64	0,13
<b>Sm. odch.</b>		0,38	14,00	4,82	26,36	2,89	5,77	0,07	0,58	257,43	0,23
<b>var. koef.</b>		2050,07	360,95	929,32	66,40	230,94	144,34	930,44	72,95	-25,11	57,74
<b>15</b>	1	12,17	13,10	63,79	9,82	20	15	0,85	0,62	515,29	0,50
	2	7,68	33,23	43,05	27,13	10	10	0,75	0,45	172,44	0,29
	3	7,77	10,95	54,04	28,67	15	15	1,01	1,09	350,72	0,50
<b>Průměr</b>		9,20	19,09	53,63	21,87	15	13,33	0,87	0,72	346,15	0,43
<b>Sm. odch.</b>		2,57	12,29	10,38	10,47	5	2,89	0,13	0,33	171,47	0,12
<b>var. koef.</b>		358,50	155,40	516,74	208,97	300	461,88	664,33	217,86	201,87	361,34

16	1	2,81	3,09	26,54	30,29	20	20	4,33	4,38	352,50	0,75
	2	2,81	3,00	24,72	29,71	20	20	4,22	4,24	348,00	0,75
	3	2,81	2,90	24,50	30,35	20	20	4,30	4,38	359,62	0,76
Průměr		2,81	3,00	25,25	30,12	20	20	4,28	4,33	353,37	0,75
Sm. odch.		0,00	0,09	1,12	0,35	0	0	0,05	0,08	5,86	0,01
var. koef.		0,00	3203,55	2260,64	8579,93	0	0	7840,98	5418,43	6032,54	10242,11
17	1	2,71	3,00	35,21	36,82	25	30	4,90	5,14	320,27	0,74
	2	2,90	3,09	33,00	35,59	25	25	4,71	4,55	338,64	0,75
	3	2,90	3,18	32,25	36,09	25	25	4,59	4,42	332,25	0,75
Průměr		2,84	3,09	33,49	36,17	25	26,67	4,73	4,70	330,39	0,75
Sm. odch.		0,11	0,09	1,54	0,62	0	2,89	0,16	0,38	9,32	0,01
var. koef.		2615,89	3303,37	2179,66	5870,51	0	923,76	2996,44	1224,79	3543,91	8614,22
18	1	3,00	3,18	25,21	30,40	20	20	3,79	4,05	343,79	0,74
	2	3,00	3,276	25,28	30,98	20	20	3,90	4,00	349,57	0,75
	3	2,90	3,18	24,27	29,81	20	20	4,01	3,94	336,10	0,73
Průměr		2,96	3,18	24,92	30,40	20	20	3,90	4,00	343,16	0,74
Sm. odch.		0,05	0,00	0,56	0,59	0	0	0,11	0,05	6,76	0,01
var. koef.		5462,72	0,00	4431,57	5191,23	0	0	3611,35	7488,69	5078,39	6359,61
19	1	3,46	3,37	23,89	29,08	15	15	2,91	2,99	327,75	0,64
	2	3,37	3,28	25,25	30,67	20	20	3,24	3,46	329,22	0,68
	3	3,18	3,37	24,16	30,54	15	20	2,90	3,35	317,16	0,66
Průměr		3,34	3,34	24,43	30,10	16,67	18,33	3,02	3,27	324,71	0,66
Sm. odch.		0,14	0,05	0,72	0,88	2,89	2,89	0,19	0,25	6,58	0,02
var. koef.		2334,28	6151,85	3392,90	3406,91	577,35	635,09	1563,27	1325,38	4937,42	2906,12
20	1	2,62	3,00	27,70	31,90	25	20	4,91	4,22	260,26	0,66
	2	2,53	2,81	28,39	32,01	25	30	5,05	5,28	247,86	0,64
	3	2,71	3,00	28,26	32,41	20	25	4,68	4,51	253,95	0,65
Průměr		2,62	2,93	28,12	32,11	23,33	25	4,88	4,67	254,03	0,65
Sm. odch.		0,09	0,11	0,37	0,27	2,89	5	0,19	0,55	6,20	0,01
var. koef.		2802,84	2716,32	7597,44	11963,69	808,29	500	2605,42	851,50	4098,56	9572,08
21	1	2,81	3,09	28,32	32,74	20	20	4,18	3,92	247,92	0,64
	2	2,81	3,00	28,79	32,97	20	30	4,23	4,09	231,59	0,63
	3	2,90	3,37	28,59	33,82	20	20	4,14	3,86	236,22	0,62
Průměr		2,84	3,15	28,57	33,18	20	23,33	4,18	3,96	238,58	0,63
Sm. odch.		0,05	0,19	0,24	0,57	0	5,77	0,05	0,12	8,42	0,01
var. koef.		5231,78	1617,08	12118,17	5827,23	0	404,15	9259,75	3410,08	2835,03	8444,08
22	1	2,81	2,81	31,68	36,23	25	25	5,04	4,87	233,70	0,64
	2	2,62	2,72	33,02	37,02	25	25	4,98	4,91	237,64	0,64
	3	2,90	3,00	32,38	37,41	25	25	4,74	4,86	223,74	0,63
Průměr		2,78	2,84	32,36	36,89	25	25	4,92	4,88	231,69	0,64

<b>Sm. odch.</b>		0,14	0,14	0,67	0,60	0	0	0,16	0,02	7,17	0,01
<b>var. koef.</b>		1941,39	1991,04	4817,14	6169,12	0	0	3077,28	22219,47	3233,39	8846,71
<b>23</b>	1	3,09	3,28	28,16	34,34	20	20	3,80	3,58	212,98	0,57
	2	3,00	3,46	28,36	34,58	20	20	3,76	3,55	187,16	0,54
	3	3,00	3,09	28,01	34,18	20	20	3,87	3,65	160,54	0,52
<b>Průměr</b>		3,03	3,28	28,17	34,36	20	20	3,81	3,59	186,89	0,55
<b>Sm. odch.</b>		0,05	0,19	0,17	0,20	0	0	0,06	0,05	26,23	0,03
<b>var. koef.</b>		5576,34	1751,87	16215,53	16994,80	0	0	6792,83	7483,82	712,64	2054,40
<b>24</b>	1	2,81	2,90	33,32	38,41	20	25	4,23	4,30	153,40	0,55
	2	3,09	3,28	32,44	39,72	25	25	4,23	4,11	156,66	0,56
	3	3,23	0,19	33,82	35,88	20	25	4,05	21,57	170,14	0,57
<b>Průměr</b>		3,04	2,12	33,20	38,00	21,67	25	4,17	9,99	160,06	0,56
<b>Sm. odch.</b>		0,21	1,69	0,70	1,96	2,89	0	0,11	10,03	8,88	0,01
<b>var. koef.</b>		1418,85	125,85	4753,72	1942,83	750,56	0	3934,00	99,67	1803,42	9569,77
<b>25</b>	1	14,13	3,28	10,10	34,90	20	20	1,31	2,80	534,89	0,72
	2	7,68	2,06	10,21	34,61	30	30	2,16	4,82	458,16	0,82
	3	13,10	2,34	8,28	37,09	10	10	0,66	4,11	537,83	0,83
<b>Průměr</b>		11,64	2,56	9,53	35,53	20	20	1,38	3,91	510,29	0,79
<b>Sm. odch.</b>		3,47	0,64	1,08	1,36	10	10	0,75	1,02	45,17	0,06
<b>var. koef.</b>		335,36	401,50	878,30	2621,01	200	200	183,13	382,34	1129,69	1328,76
<b>26</b>	1	3,56	4,12	16,75	26,01	20	20	3,65	3,74	150,32	0,50
	2	3,74	2,62	19,17	40,99	20	20	4,04	3,86	161,78	0,56
	3	4,96	3,18	21,27	29,63	20	15	3,86	3,40	181,67	0,51
<b>Průměr</b>		4,09	3,31	19,06	32,21	20	18,33	3,85	3,67	164,59	0,52
<b>Sm. odch.</b>		0,76	0,76	2,26	7,82	0	2,89	0,20	0,24	15,86	0,03
<b>var. koef.</b>		536,13	437,09	843,20	412,01	0	635,09	1941,12	1532,57	1037,57	1563,55
<b>27</b>	1	5,26	4,60	23,97	41,88	15	20	2,48	4,32	403,58	0,84
	2	5,05	4,96	25,95	37,96	15	20	3,48	4,77	398,54	0,83
	3	4,68	5,24	25,19	39,35	15	20	3,81	5,13	380,51	0,81
<b>Průměr</b>		5,00	4,94	25,04	39,73	15	20	3,25	4,74	394,21	0,82
<b>Sm. odch.</b>		0,29	0,32	1,00	1,99	0	0	0,69	0,40	12,13	0,01
<b>var. koef.</b>		1707,25	1538,38	2512,63	1998,50	0	0	468,96	1178,21	3250,42	5733,77
<b>28</b>	1	13,67	1,59	6,96	29,88	5	10	0,36	5,35	776,99	0,81
	2	6,08	2,06	8,90	18,55	20	30	1,79	4,18	833,30	0,77
	3	11,42	2,81	7,39	37,26	10	10	0,68	3,34	471,59	0,77
<b>Průměr</b>		10,39	2,15	7,75	28,56	11,67	16,67	0,94	4,29	693,96	0,78
<b>Sm. odch.</b>		3,89	0,61	1,02	9,42	7,64	11,55	0,75	1,01	194,62	0,02
<b>var. koef.</b>		266,79	350,66	760,49	303,16	152,75	144,34	125,77	425,98	356,57	4118,01
<b>29</b>	1	9,45	1,69	10,05	33,08	10	10	1,03	4,99	593,38	0,81
	2	9,49	1,78	7,62	21,21	10	30	0,96	3,78	851,92	0,76



	3	8,24	2,25	10,15	33,25	15	10	1,24	4,33	356,88	0,77
<b>Průměr</b>		9,06	1,90	9,28	29,18	11,67	16,67	1,07	4,36	600,73	0,78
<b>Sm. odch.</b>		0,71	0,30	1,43	6,90	2,89	11,55	0,14	0,61	247,60	0,03
<b>var. koef.</b>		1272,73	633,48	648,41	422,84	404,15	144,34	748,20	719,43	242,62	2722,59
<b>30</b>	1	5,38	5,66	23,39	39,03	20	30	4,15	4,50	173,10	0,58
	2	12,26	6,55	10,35	45,60	15	30	1,11	3,16	323,19	0,69
	3	5,52	4,12	16,33	32,82	20	20	2,54	3,80	195,97	0,57
<b>Průměr</b>		7,72	5,44	16,69	39,15	18,33	26,67	2,60	3,82	230,75	0,61
<b>Sm. odch.</b>		3,93	1,23	6,53	6,39	2,89	5,77	1,52	0,67	80,87	0,07
<b>var. koef.</b>		196,39	442,26	255,75	612,74	635,09	461,88	171,20	568,23	285,35	891,97
<b>31</b>	1	6,08	2,34	21,59	33,16	15	15	1,59	4,44	426,60	0,81
	2	9,64	1,97	17,80	23,02	10	10	0,89	2,55	780,97	0,67
	3	10,48	3,18	10,36	17,05	30	30	2,79	2,77	666,01	0,67
<b>Průměr</b>		8,74	2,50	16,58	24,41	18,33	18,33	1,76	3,26	624,52	0,72
<b>Sm. odch.</b>		2,33	0,62	5,71	8,14	10,41	10,41	0,96	1,04	180,79	0,09
<b>var. koef.</b>		374,14	400,75	290,28	299,79	176,14	176,14	183,37	314,22	345,44	837,11
<b>32</b>	1	4,40	3,18	21,06	34,10	20	15	2,61	3,24	246,06	0,58
	2	5,15	2,06	22,12	30,10	20	20	3,93	4,03	330,93	0,73
	3	4,91	2,01	19,19	27,66	20	15	2,85	3,16	406,76	0,73
<b>Průměr</b>		4,82	2,42	20,79	30,62	20	16,67	3,13	3,48	327,91	0,68
<b>Sm. odch.</b>		0,38	0,66	1,48	3,25	0	2,89	0,70	0,48	80,39	0,08
<b>var. koef.</b>		1257,97	365,23	1403,11	941,09	0	577,35	444,46	728,43	407,89	804,39
<b>33</b>	1	7,58	8,24	114,22	32,82	15	10	1,43	2,38	642,24	0,68
	2	10,72	4,17	11,58	19,14	30	30	1,62	2,10	711,62	0,62
	3	5,99	3,09	32,32	42,86	25	25	3,21	5,09	341,23	0,78
<b>Průměr</b>		8,10	5,16	52,71	31,61	23,33	21,67	2,09	3,19	565,03	0,69
<b>Sm. odch.</b>		2,40	2,72	54,28	11,91	7,64	10,41	0,98	1,65	196,90	0,08
<b>var. koef.</b>		336,71	190,16	97,11	265,40	305,51	208,17	213,60	192,98	286,97	859,38